This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

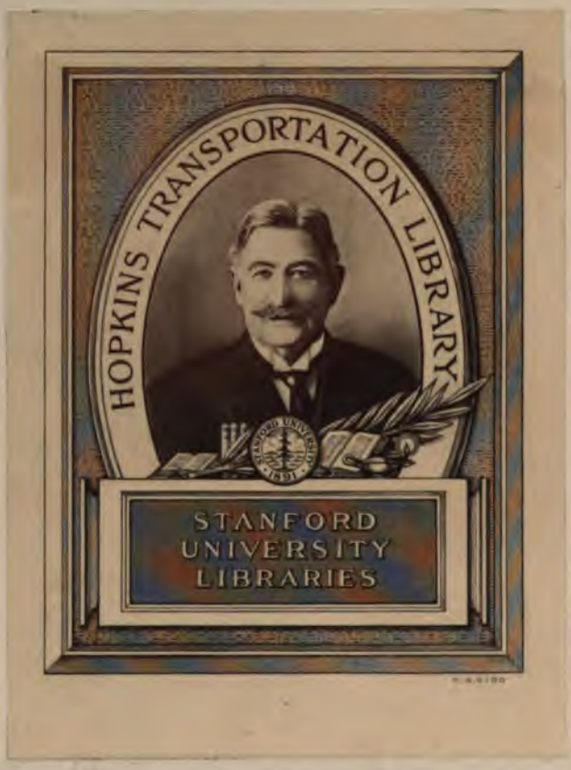
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


HOPKINS TRANSPORTATION LIBRARY
STANFORD
UNIVERSITY
LIBRARIES

Collection

MÉMOIRE

RELATIF

A L'ÉTABLISSEMENT DU CHEMIN DE FER

DE PARIS A STRASBOURG,

DANS LE

SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE

OU DANS UN SYSTÈME MIXTE DE LOCOMOTION.

Paris,
IMPRIMERIE DE MADAME DE LACOMBE,
RUE D'ENGHIEN, N° 12.

1844.

MÉMOIRE

RELATIF

A L'ÉTABLISSEMENT DU CHEMIN DE FER

DE PARIS A STRASBOURG,

DANS LE SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE

OU DANS UN SYSTÈME MIXTE DE LOCOMOTION.

Exposé.

Le canal de l'Ourcq ayant deux chemins de halage et l'un d'eux seulement, celui de la rive gauche, étant nécessaire pour le service de la navigation, on a compris qu'il serait avantageux d'utiliser celui de la rive droite pour l'établissement d'un chemin de fer entre Paris et Meaux.

Dès 1840, un projet dressé à cet effet, reçut l'approbation, et de toutes les commissions d'enquêtes, et du conseil municipal de Paris, et du conseil général des Ponts-et-Chaussées. Le ministre des travaux publics, lui-même, proposa la concession de cette ligne dans la session de 1841, et la commission de la Chambre des députés conclut à l'adoption du projet de loi, non seulement parce qu'il ne s'agissait, pour ainsi dire, que d'achever un chemin de fer dont tous les terrassemens et les travaux d'art étaient déjà exécutés, mais encore parce qu'on faisait une expérience très importante, qui devait démontrer la possibilité d'utiliser pour l'établissement des chemins de fer *l'une des berges de nos canaux qui se développent sur une immense étendue, et relient la capitale de la France à ses frontières.* La session était à son terme, et la discussion de la loi fut ajournée.

La Compagnie des canaux de l'Ourcq et de Saint-Denis a fait soumissionner

de nouveau cette ligne en 1842, en garantissant les capitaux nécessaires, et cette soumission a été renouvelée en 1843; mais l'incertitude sur le choix du tracé de la ligne de l'Est a porté le gouvernement à ne pas saisir de nouveau les Chambres de ce projet de loi

Deux faits graves se sont passés depuis lors. L'esprit public s'est préoccupé vivement d'un nouveau système de chemin de fer, le système de propulsion atmosphérique, expérimenté d'abord sur une longueur de 800 mètres, aux portes de Londres, dans les ateliers de MM. Samuda à *Worm-Wood-Scrubs*, et que les mêmes ingénieurs venaient d'appliquer en Irlande sur une longueur de 2,788 mètres en prolongement du chemin de Dublin à Kingstown, vers Dalkey.

Dès le mois de mars 1843, M. Teisserenc avait adressé à M. le ministre des travaux publics un rapport sur les chemins de fer en général, et il avait rendu compte des expériences de Worm-Wood-Scrubs, en ne craignant pas d'annoncer l'avenir certain de cette découverte importante.

M. l'inspecteur divisionnaire Mallet, envoyé plus tard en Irlande par le gouvernement, s'est livré à des expériences diverses sur le chemin de Kingstown, et, dans un rapport, en date du 18 janvier dernier, il a indiqué que l'application du système atmosphérique était possible sur des lignes étendues, le problème étant résolu, selon lui, comme question de science et comme question commerciale.

D'un autre côté, la presse a annoncé qu'une Compagnie se formait pour l'exploitation du chemin de fer de Paris à Strasbourg, par la vallée de la Marne, dans les conditions de la loi de 1842, et que ce tracé serait, très certainement, approuvé par le conseil-général des ponts-et-chaussées.

Dans cette situation, la Compagnie des canaux de l'Ourcq et de Saint-Denis avait à examiner ce qu'elle aurait à faire, soit pour le cas où la ligne de l'Est aurait une autre direction que la vallée de la Marne, soit pour le cas, au contraire, où le tracé par cette vallée serait définitivement adopté.

Soumissionnant depuis quatre ans le chemin de fer de Paris à Meaux, elle devait évidemment persister dans ses idées premières, mais elle avait bien pensé aussi qu'en obtenant cette ligne, elle aurait droit à la préférence pour les prolongemens ultérieurs, comme la commission de la Chambre l'avait reconnu elle-même en 1841; et, du moment où les incertitudes du gouvernement paraissaient cesser, elle devait s'occuper sérieusement de la ligne de l'Est.

L'habitude qu'elle avait de marcher dans le progrès devait enfin lui faire examiner la question de savoir si, dans l'intérêt du pays comme dans le sien, il n'y aurait pas possibilité d'appliquer le système atmosphérique, non seulement à la ligne de Meaux, mais encore à la ligne de Paris à Strasbourg pour le cas où les Chambres adopteraient définitivement le tracé par la vallée de la Marne. Elle nous avait envoyé en Angleterre et en Écosse pour étudier, en 1837, la question de bateaux rapides sur les canaux; et, cette fois encore, elle nous a donné mission d'aller en Irlande pour étudier, sur les lieux mêmes de l'application, la question du système atmosphérique. Nous

venons de faire ce voyage avec un des ingénieurs inventeurs du système. Nous nous sommes mis en rapport, à Londres, avec les ingénieurs anglais les plus éminens, et nous venons présenter le résultat de nos propres études et de nos investigations.

Indiquer succinctement l'économie du système atmosphérique; examiner s'il est applicable au chemin de fer de Paris à Meaux ; dans quelle dépense entraînerait cette application; déterminer les frais d'exploitation dans le système nouveau; étudier la possibilité de son application sur tout ou partie de la ligne de l'Est par la vallée de la Marne, et quels seraient, pour l'Etat, les avantages d'une expérience sur une grande échelle ;

Telles sont les questions que nous traiterons successivement dans le présent mémoire.

SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE.

Le système atmosphérique diffère essentiellement du système ordinaire, quant au mode de locomotion.

Dans ce dernier système, les locomotives, sortes d'êtres animés, marchent, sans moteur apparent, sur la voie de fer et entraînent à leur suite les convois de voitures et de wagons. Dans le système atmosphérique, au contraire, la locomotion n'a lieu qu'au moyen de machines fixes, placées de distance en distance le long du chemin de fer, et les convois ne se meuvent que sous la puissante action de ces machines; ainsi, *locomotion à machines en liberté*, et *locomotion à machines fixes*, telle est la différence caractéristique des deux systèmes.

Dans le système nouveau, les machines fixes sont bien la cause déterminante du mouvement, mais le véritable moteur c'est la pression atmosphérique agissant sur un piston, devant lequel on a fait un vide plus ou moins parfait au moyen de pompes pneumatiques que ces machines font agir, et rien n'est plus simple que la théorie de ces appareils.

On place au milieu de la voie, et à égale distance des rails, un tube de fonte, dont la partie supérieure présente une ouverture assez large pour donner passage à une tige métallique verticale, invariablement liée à un piston qui se trouve dans l'intérieur du tube et le ferme exactement. Cette tige est attachée elle-même au premier wagon du convoi, qu'on peut dénommer le *wagon directeur*, et lui communique, en conséquence, le mouvement du piston. Une soupape en cuir, plaquée de lames de fer, recouvre l'ouverture longitudinale du tube lorsqu'on veut y faire le vide, s'ouvre pour donner passage à la tige du piston, et se referme aussitôt que cette tige est passée.

Le tube placé au milieu de la voie ne peut avoir qu'une certaine longueur, *cinq* ou *huit mille mètres*, par exemple; et à ses deux extrémités sont placées les machines fixes avec les appareils pneumatiques; si le piston est à l'une de ces extrémités et qu'on fasse marcher l'appareil aspirateur de l'extrémité opposée, de manière à raréfier l'air contenu dans le tube, on conçoit que la

pression atmosphérique agira sur le piston pour le faire avancer avec une force égale à la différence des pressions dans l'un et dans l'autre sens, et avec une vitesse qui dépendra de cette force, de la charge à traîner par le piston et de la puissance de la machine aspirante.

Ce piston n'est pas immédiatement au-dessous de la tige à laquelle est attaché le wagon directeur, il est à l'avant d'un châssis d'une longueur de six mètres environ, composé de plaques de fer reliées ensemble par des boulons : ce châssis est engagé complètement dans le tube de propulsion; c'est au milieu de sa longueur qu'est adaptée la tige verticale, et il porte à l'arrière une boule en fonte qui sert de contrepoids au piston. Ce châssis sert aussi de support à quatre galets de diamètres différens, placés, les uns entre le piston et l'axe de cette tige, et les autres, en arrière de cet axe; ce sont les premiers de ces galets qui soulèvent progressivement la soupape de manière à donner passage à la tige, mais ils ne la soulèvent que quand le piston est passé, de telle sorte que le vide existe toujours en avant; quant aux autres galets, ils ne maintiennent la soupape soulevée que pour faciliter l'introduction de l'air extérieur dans le tube en arrière du piston, et lorsqu'ils sont dépassés, la soupape retombe par son propre poids pour reprendre sa position normale; elle y est fortement comprimée par une roue adaptée à l'arrière du wagon directeur, et un cylindre plein de charbons incandescens vient immédiatement liquéfier la composition de cire et de suif, qui se répand sur la partie de la soupape en contact avec le tube, et complète la fermeture en se refroidissant. Le tube est donc toujours prêt à fonctionner.

Ce tube n'est pas composé de tuyaux préparés au tour à l'intérieur; on emploie ces tuyaux tels qu'ils sortent de la fonderie, comme on le fait pour les conduites d'eau et de gaz. La forte couche de suif dont on garnit leur intérieur, et les lames de cuir, adaptées aux deux extrémités du piston, suffisent, non seulement pour rendre le contact assez parfait et prévenir ainsi la rentrée de l'air, mais encore pour détruire les effets du frottement contre les parois du tube. Ce frottement ne s'exerce, en effet, que sur les lames de cuir du piston, et ce sont aussi les seules parties de l'appareil qui peuvent exiger des remplacemens plus ou moins fréquens.

Pour opérer le vide dans le tube, il est bien évident qu'il faut qu'il soit fermé à ses deux extrémités, et il est fermé, en effet, par deux soupapes qu'on peut appeler, l'une la soupape d'entrée, et l'autre la soupape de sortie; la première s'ouvre au moment où le piston entre dans le tube, et par l'action même de ce piston; mais elle peut être aussi manœuvrée par un homme préposé à cet effet comme les gardes préposés à la manœuvre des jeux d'aiguilles dans les chemins de fer à locomotives. La soupape de sortie est manœuvrée semblablement par l'action même du piston, et d'une manière toute simple et toute naturelle. L'appareil pneumatique est mis en communication avec le tube de propulsion, au moyen d'un tube d'aspiration d'une longueur plus ou moins grande; le point de jonction de ces deux tubes est placé à une trentaine de mètres en deçà de l'extrémité fermée par la soupape de sortie, et cette disposition suffit pour éviter toute espèce de choc

du piston contre cette soupape. Et, en effet, dès que le piston a dépassé le point de jonction du tube aspirateur, l'air qui se trouve dans la partie restante du tube de propulsion se comprime de plus en plus, et lorsque la pression intérieure est plus forte que la pression atmosphérique extérieure, la soupape s'ouvre d'elle-même et le piston sort du tube sans aucun obstacle.

C'est ainsi qu'a été exécuté et que fonctionne le chemin de fer à système atmosphérique établi de Kingstown à Dalkey. Ce chemin n'a qu'un développement de 2,800 mètres environ, et le tube de propulsion, qui ne s'étend pas jusqu'à son extrémité, n'a que 2,275 mètres; mais ce qui arrive pour ce tube arriverait de même pour des tubes d'une plus grande longueur, et dans un chemin assez long pour nécessiter une succession de tubes, le piston voyageur, arrivé à l'extrémité de l'un d'eux, s'introduirait de lui-même, par l'effet de la vitesse acquise, dans le tube suivant terminé en entonnoir. Le mouvement continuerait ainsi, sans interruption, sur les points où des stations ne forceraient pas à s'arrêter.

Nous n'avons indiqué succinctement que ce qui existait à Kingstown; mais, pour l'intelligence de la discussion ultérieure, il est indispensable de dire quelques mots d'une modification que MM. Samuda ont apportée dans la construction du piston. La partie pleine du piston fonctionnant actuellement, et sur les parois de laquelle on adapte le cuir, est composée d'une plaque en fer arc-boutée par six contre-forts. Dans le nouveau piston, cette plaque est percée de six trous, entre les contre-forts, et un registre, placé derrière, ouvre ou ferme ces trous à volonté. Un mécanisme très simple, qu'on manœuvre de l'intérieur du wagon directeur, imprime à ce registre le mouvement de rotation nécessaire pour le faire fonctionner selon les besoins, et nous verrons plus loin le parti qu'on peut tirer de ce perfectionnement dans l'application du système de propulsion atmosphérique.

Quels sont maintenant les inconvéniens qu'on pourrait reprocher à ce système? Quels sont les avantages qu'il peut avoir sur le système à locomotives?

Objections sur le Système atmosphérique.

On peut dire, d'abord, qu'il est très difficile de donner à la soupape, au piston et à la tige une solidité et une simplicité de construction suffisantes pour éviter ces travaux de réparations minutieux et souvent répétés, qui s'accommoderaient mal avec les nécessités d'un service public. Ce reproche n'est aucunement fondé; car rien de plus simple, sur le chemin de Dalkey, que la construction de ces organes; et la manière dont ils fonctionnent, depuis l'achèvement de ce chemin, prouve, bien mieux que tous les raisonnemens, qu'ils sont d'une solidité suffisante. Et, en effet, il suffit de voir fonctionner la soupape, qui recouvre l'ouverture longitudinale du tube de propulsion, pour se convaincre que les diverses parties de cet organe principal ne sont sous l'influence d'aucune cause active de détérioration. La portion de cette soupape à soulever, par l'action des galets, se trouvant comprimée également alors sur ses deux faces, ne pèse plus sur ces galets

que par son propre poids, et elle s'ouvre ainsi, sans agir fortement sur la partie du cuir qui sert de charnière. La bande de cuir peut donc avoir une très grande durée, et il en est de même des plaques de fer qui la recouvrent en dessus comme en dessous.

Quant au piston, les frottemens ne s'opèrent, comme nous l'avons indiqué déjà, que sur les bandes de cuir placées à ses deux extrémités, et il est aussi facile que peu dispendieux de les remplacer quand elles sont hors de service. (Au chemin de Dalkey, cette opération n'a lieu que tous les dix ou douze jours, en moyenne.)

La tige d'attache du wagon directeur n'a pas une épaisseur très considérable, mais son excessive largeur la met, pour ainsi dire, à l'abri de toute chance de rupture. On a prévu, du reste, les effets d'une force vive qui serait le résultat, soit d'un obstacle sur le chemin de fer, soit de quelque entrave à la marche du piston dans le tube longitudinal; la tige est reliée, à cet effet, au wagon directeur par un système d'assemblage dont l'organe principal est un boulon en bois qui se romprait par l'effet d'un choc violent, de telle sorte que le piston serait ainsi détaché de toutes les voitures du convoi, qui, ne marchant plus alors qu'avec la vitesse acquise, pourraient être arrêtées immédiatement au moyen des freins. Le piston lui-même ne partirait pas, comme un boulet, pour aller jeter le désordre dans les stations voisines, comme on l'a indiqué. D'après les dispositions nouvelles, adoptées par MM. Samuda, l'effet de la force vive suffirait aussi pour en mettre la surface à jour, et alors l'introduction de l'air à l'avant en annulerait promptement la vitesse.

Dans une telle circonstance, il n'y aurait donc aucune chance de danger pour les voyageurs, et l'évènement n'entraînerait d'autre conséquence qu'un retard de quelques minutes, laps de temps suffisant pour relier de nouveau la tige d'attache au wagon directeur.

Le chemin de Kingstown à Dalkey fonctionne depuis huit mois déjà, et commercialement depuis un mois; on y a marché à de grandes vitesses, avec de fortes charges, dans des courbes et contre-courbes d'un faible rayon; on y a fait maintes et maintes expériences de toutes natures, et les organes principaux que nous considérons, c'est-à-dire les soupapes, le piston, le châssis et les galets qui en dépendent, comme la tige d'attache du wagon directeur, sont toujours dans un parfait état de service et de conservation.

Mais, dira-t-on, si le tube de propulsion se brisait sur quelque point; si des éboulemens ou des tassemens considérables en interrompaient le cours; s'il s'opérait quelque dérangement dans les machines à vapeur et les appareils pneumatiques, le service serait totalement interrompu.

Et, d'abord, la rupture du tube de propulsion ne pourrait avoir lieu que par malveillance, car les tuyaux en fonte qui le forment ont une force bien supérieure à la charge qu'ils ont à supporter, puisqu'ils ne peuvent être comprimés qu'à une atmosphère au maximum; ils sont aussi disposés pour résister, soit à la pression de la tige verticale qui tendrait à les ouvrir, soit

à une force vive extérieure. Evidemment, si des malveillans venaient la nuit briser un de ces tuyaux, il y aurait à le remplacer, mais cette opération se ferait encore sans grande perte de temps, car ces tuyaux sont apparens à la surface du sol ; des pattes en dépendant les font porter sur les traverses en bois, qui reçoivent les rails latéraux, et ils n'y sont fixés qu'au moyen de fortes vis qu'il est facile d'enlever et de reposer. Il suffirait donc d'avoir des tuyaux préparés à l'avance pour rétablir le service dans un très bref délai. Ce serait là, du reste, un évènement auquel on est exposé dans le système à locomotives, car, dans le cas de malveillance, on ne se bornerait pas à couper une voie, on couperait les deux, et alors aussi il faudrait bien les rétablir pour faire cesser l'interruption de service, qui serait le résultat de cette avarie.

Les éboulemens, les tassemens ! ils ne sont pas à craindre dans le système atmosphérique, car on n'aura ni les tranchées profondes, ni les remblais élevés qui les déterminent dans le système ordinaire.

Quant aux machines à vapeur et aux appareils pneumatiques, on peut les disposer de telle sorte, qu'il n'y ait à craindre aucun dérangement, pouvant entraîner une interruption de service. Et, en effet, si l'on emploie sur chaque point deux machines jumelles d'une force sous-double de celle nécessaire, et qu'on ait deux pompes à air au lieu d'une, il n'est guère probable que ces machines et ces pompes manquent toutes à la fois. En admettant quelque dérangement dans l'un des appareils, l'autre appareil suffirait pour subvenir aux besoins du moment ; seulement, au lieu de faire le vide en cinq minutes, on le ferait en dix ou douze, et le convoi irait peut-être un peu moins vite, mais il n'y aurait pas d'autre inconvénient.

Prétendra-t-on, comme on l'a fait déjà, que les passages à niveau sont impossibles avec le système atmosphérique? Ce serait la même erreur capitale; et, en effet, dans le système ordinaire, en quoi consistent ces passages à niveau ? Ce sont purement et simplement, en outre des contre-rails dans la largeur des routes traversées, des barrières fermant ou ces routes ou la voie de fer. Il en sera de même dans le nouveau système; seulement, les routes seront tenues à 0m50 au-dessus de la voie de fer, et les barrières seront disposées en formes de petits ponts tournans, aussi facilement manœuvrables que les barrières actuelles.

Objectera-t-on qu'en l'absence de locomotives dans les stations, l'on n'aura à sa disposition que les hommes pour y faire mouvoir les voitures? Cette objection n'est pas sérieuse, car ce sont les hommes qui, en général, font opérer ces mouvemens sur tous les chemins de fer, et l'on ne doit pas oublier qu'une force de vingt à vingt-cinq kilogrammes suffit pour faire marcher un wagon chargé, dont le poids n'excède jamais cinq à six tonneaux. On peut d'ailleurs disposer les stations de départ et d'arrivée, comme les stations intermédiaires, avec un système de pentes qui y faciliterait le service, comme on le verra plus loin, et employer aussi les machines à vapeur fixes pour y faire opérer, au moyen de câbles et de poulies de renvoi, tous les mouvemens nécessaires, si l'on avait besoin parfois d'une force considé-

rable à cet effet. La proximité des machines fixes donne toute facilité à ce sujet, et l'on serait ainsi dans une condition plus favorable que dans diverses stations de chemins de fer d'Angleterre et de Belgique, où les hommes seuls peuvent être employés pour y faire mouvoir les voitures; il en est ainsi, par exemple, à Liverpool, à Londres dans les stations de Birmingham et de Blackwall, à Liége, etc., etc.

Il en serait de même pour faire reculer au besoin les convois, il ne s'agirait que de faire un piston disposé à cet effet. Il y a peu de cas, du reste, où il soit d'absolue nécessité de faire opérer ces mouvemens de recul. Sur plusieurs des chemins établis en Angleterre, le reculement n'est pas possible, et leur exploitation n'est aucunement entravée par ce fait.

Dira-t-on, enfin, qu'on ne peut, avec le système atmosphérique, ni activer, ni ralentir, ni arrêter complètement la marche des convois? L'expérience a encore démontré le contraire.

Pour activer la marche d'un convoi, il suffit d'opérer le vide dans le tube à un degré supérieur à la charge de ce convoi; en opérant ce vide à un degré inférieur on ralentit évidemment sa vitesse, et pour l'arrêter complètement, il suffit d'ouvrir en entier la soupape du piston, pour en mettre la surface à jour, et introduire ainsi l'air en avant. L'on peut, du reste, arriver au même but avec les freins agissant sur les roues de toutes les voitures, non seulement pour le mouvement d'arrêt, mais encore pour arriver à un ralentissement de vitesse.

Il est bon d'observer que toutes les dispositions sont prises pour assurer la régularité du service ; un télégraphe électrique règne sur toute la longueur de la ligne, d'un appareil pneumatique à l'autre ; des baromètres sont placés près des pompes à air dans les bâtimens des machines à vapeur, sur le wagon directeur et à la proximité des soupapes d'entrée et de sortie. Ces baromètres sont toujours en correspondance; ils indiquent exactement ce qui se passe sur chaque point, et au moyen du télégraphe électrique, on peut donner, à la seconde, les avis convenables pour faire opérer les manœuvres nécessaires, comme on le fait depuis long-temps avec autant de certitude que d'efficacité sur le chemin de fer de Blackwall à Londres, à Liverpool, etc.

Ainsi, par exemple, on indiquera facilement la charge approximative des convois, et au moyen de tables disposées à l'avance, le mécanicien de la machine en fonction connaîtra à quel degré il doit faire le vide, pour ne pas dépenser une force inutile.

Les oscillations brusques de son baromètre suffiront enfin pour lui faire connaître, également à la seconde, un évènement quelconque qui aurait déterminé un arrêt momentané dans la marche d'un train, et pour l'avertir des manœuvres qu'il aurait à faire dans ces circonstances exceptionnelles.

Nous savons bien que toutes ces manœuvres exigent des soins comme des études pratiques nouvelles, et nous ne prétendons pas que le système atmosphérique soit arrivé à un degré complet de perfectionnement. Mais, si l'on considère que les locomotives sont en usage depuis vingt ans, au moins, pour

le transport des marchandises, et depuis douze ans, pour le transport des voyageurs ; que, depuis lors, on a apporté dans leur construction des améliorations de toute nature, et que, cependant, leur emploi n'est pas encore exempt d'inconvéniens graves, on se convaincra qu'il a été fait déjà de grands pas dans le système atmosphérique. Ce système n'est encore, pour ainsi dire, qu'à sa naissance ; les ingénieurs, qui viennent d'exécuter le chemin de Dalkey, ont obvié cependant à la majeure partie des inconvéniens qu'il présentait d'abord, et l'expérience complétera bientôt la solution de quelques questions de détail qui permettront d'en rendre l'exploitation possible sur des lignes d'une grande étendue.

[Avantages du système atmosphérique.

Nous avons présenté les objections qu'on pouvait faire sur l'application du système atmosphérique, mais il faut aussi énumérer les avantages qu'il peut offrir, et il y en a d'incontestables.

Ainsi, sous le rapport d'établissement et d'exploitation, il est évident que la voie de fer, n'ayant plus à porter des masses comme les locomotives, dont le poids peut aller jusqu'à vingt tonnes, on doit diminuer de beaucoup les dimensions des rails. Ce sont ces locomotives qui, dans le système ordinaire, exigent qu'on donne aux rails une si grande force, opèrent leur prompte détérioration, tendent incessamment à faire tasser comme à déranger leurs supports et déterminent un entretien si dispendieux de la voie de fer. Dans le système nouveau, on est exempt de cette cause notable de détérioration et de dépenses, de l'importance de laquelle on peut juger, en observant que sur le chemin de fer de Liverpool à Manchester, qui n'a qu'une douzaine d'années d'existence, on a déjà renouvelé trois fois la totalité des rails.

L'emploi des locomotives exige des courbes à grands rayons (800 mètres au minimum), pour qu'elles puissent se mouvoir à grandes vitesses, non seulement parce que, dans des courbes d'un rayon plus petit, les déraillemens sont à craindre, mais encore parce que les frottemens brusques et incessans qu'elles y éprouvent déterminent une prompte détérioration de leurs divers organes. Dans le système atmosphérique on n'est pas astreint à ces conditions, et l'on peut, sans aucune espèce d'inconvénient, réduire considérablement le rayon minimum des courbes, car le wagon directeur étant invariablement attaché à la voie, il n'y a pour lui aucune chance de déraillement. Ainsi, sur le chemin de Dalkey, il y a des courbes d'un rayon de 175 mètres qu'on franchit avec des vitesses de vingt lieues à l'heure, sans qu'il y soit arrivé jusqu'ici aucun accident. Il est vrai de dire que dans ces courbes il existe des contre-rails, mais on pourrait probablement les supprimer, en admettant, avec le matériel ordinaire, des rayons de 4 à 500 mètres, condition suffisante pour déterminer une diminution sensible dans les frais d'établissement des chemins de fer.

Il en est à peu près de même des pentes ; le système atmosphérique en comporte de 15, et même de 20 millimètres par mètre, pentes inadmissibles dans l'ancien système, qui permettent de modifier profondément les conditions des tracés des chemins de fer.

Sous le rapport de la sécurité, le plus important de tous, le système at-

mosphérique présente encore des avantages notables. Ainsi il n'y a pas de collision possible, car deux convois ne peuvent pas être engagés à la fois sur le même tuyau; il n'y a pas d'incendie à craindre, puisque les machines à vapeur sont toutes en dehors de la voie. Le déraillement d'un wagon ne pourrait déterminer aucun accident, car ne pouvant s'écarter ni à droite, ni à gauche, ses roues ne feraient que labourer le sol à côté des rails, et il n'en résulterait qu'un retard de quelques minutes dans la marche du convoi.

Les chances de déraillement sont de beaucoup diminuées, d'ailleurs, car le wagon directeur, ainsi que nous l'avons indiqué déjà, est lié invariablement à la voie; il ne pourrait s'en détacher que par la rupture de la tige verticale d'attache, et ceux qui le suivent sont entraînés naturellement par lui dans la direction normale.

COMBINAISON DU SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE AVEC LE SYSTÈME DES VOITURES ARTICULÉES DE M. C. ARNOUX.

On ne peut pas se dissimuler, cependant, que la question des courbes à petits rayons n'est pas ainsi complètement résolue; et, en effet, sous le rapport d'exploitation même avec les rayons de 400 mètres et notamment avec des rayons inférieurs, la voie étant alors garnie de contre-rails, l'emploi du matériel ordinaire n'évite pas les frottemens de glissement qui doivent nécessairement avoir lieu et qui tendent à la prompte détérioration de ce matériel. Sous le rapport de sécurité, les chances de déraillement sont bien diminuées, mais elles ne sont pas annulées, et elles restent subordonnées à la rupture de la tige d'attache.

Ces inconvéniens disparaîtraient complètement, du reste, si au matériel actuellement employé sur les chemins de fer, on substituait le système de voitures articulées de M. Arnoux, comme nous l'avons indiqué, à Kingstown, à M. Samuda. On aurait même alors la possibilité de réduire sans danger aucun le rayon des courbes à 150 mètres au moins, et l'on réunirait ainsi toutes les conditions de sécurité et d'économie.

Les expériences de Saint-Mandé ont prouvé de la manière la plus convaincante, en effet, que les chances de déraillement pouvaient être considérées comme nulles, et que les frottemens étaient bien moindres dans ce système nouveau. Il suffit de se rendre compte des détails de construction des voitures articulées pour juger de l'exactitude de cette assertion.

Ainsi, les roues de ces voitures tournant librement sur les essieux, comme dans les voitures ordinaires, prennent, sans glissement horizontal, une vitesse en rapport avec le chemin qu'elles parcourent; les essieux, étant mobiles eux-mêmes autour des chevilles ouvrières, sont libres de prendre la direction normale à la courbure du chemin et conservent, dans tous les instans, la position parfaitement symétrique. Le système de liaison des [illegible] net de transmettre le changement de direction successivement

d'une voiture à celle qui la suit, sans mouvement brusque, et toutes ces conditions déterminent évidemment des diminutions considérables de frottement, et doivent tendre à réduire et les frais de traction et les frais d'entretien de la voie et du matériel.

Les mouvemens de départ et d'arrêt peuvent être aussi communiqués à tout le convoi sans aucun choc, condition essentielle dans le système atmosphérique.

Les voitures enfin peuvent être plus économiques et plus légères, et c'est une raison de plus pour n'employer que des rails d'un faible poids.

La possibilité d'admettre des courbes à petits rayons qui résulterait ainsi de la combinaison des deux systèmes, serait souvent d'un grand avantage, surtout en y réunissant la condition de fortes pentes.

Dans le système ordinaire, le passage des rivières exige souvent de grands détours pour pouvoir les couper perpendiculairement à l'axe de leur lit, le passage des fortifications aux abords des places de guerre, offre presque toujours des difficultés très grandes, parce qu'on n'arrive à entrer dans ces villes qu'au moyen de tranchées ou de remblais qui viennent jeter la perturbation dans toute l'économie de leur défense. Le système atmosphérique avec les voitures articulées à essieux mobiles obvierait à ces graves inconvéniens.

Et, en effet, au moyen des courbes à petits rayons et des pentes de 0m01 à 0m02, on pourrait, après avoir suivi le cours d'une rivière dans une direction parallèle, se détourner brusquement pour arriver perpendiculairement à son lit et s'élever à la hauteur du pont par une rampe de peu d'étendue; ces conditions nouvelles permettraient aussi d'aborder les places de guerre, en se conformant aux dépressions du sol sans tranchées ni remblais, et en suivant les sinuosités des glacis extérieurs.

De tout ce qui précède, il résulte évidemment que la question du système atmosphérique est résolue comme science, et que l'emploi des voitures articulées la complète utilement; la solution est-elle aussi certaine sous le rapport commercial? C'est ce que nous allons examiner en traitant de l'application de ce système entre Paris et Meaux.

APPLICATION DU SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE ENTRE PARIS ET MEAUX.

Tracé du chemin de fer

L'application du système atmosphérique sur cette ligne de chemin de fer doit être considérée sous deux espèces de rapports différens: sous le rapport de premier établissement et sous le rapport d'exploitation.

Ce chemin de fer, tel que nous l'avons projeté, part de la barrière des Vertus, se développe dans la plaine de La Villette et de La Chapelle, traverse le canal Saint-Denis et vient s'établir au pont de Pantin, sur la berge droite

du canal de l'Ourcq, qu'il suit ainsi jusqu'au pont de Compans. Il longe ensuite le canal par la ligne des plateaux, en s'y rattachant à la proximité du pont des Marais, de l'aqueduc de Bel-Air, du coteau de Trilbardou et du réversoir du Ruthel, où il reprend encore la berge droite, pour la suivre de nouveau jusqu'à Meaux.

Courbes du tracé. Ce tracé est formé, jusqu'au pont de Mitry, de grands alignemens raccordés par des courbes de 600 à 800 mètres de rayons; en amont du pont de Mitry, on rencontre des courbes d'un rayon moyen de 350 mètres, dont le développement n'excède pas 400 mètres, et l'on gagne de là le pont de Compans, par une ligne droite de 3,300 mètres. Du pont de Compans au réversoir du Ruthel, le rayon des courbes de raccordement ne descend pas au-dessous de 800 mètres, et avant d'arriver à Meaux, en amont de la gare de Villenoy, on rencontre encore des courbes de 300 à 500 mètres de rayon, d'un développement ensemble de 800 mètres environ. On est donc naturellement ici dans la condition de faire l'expérience du système atmosphérique, pour franchir à grande vitesse les courbes à petits rayons, et ces courbes sont disposées de telle sorte qu'on pourrait facilement les redresser pour les ramener à des rayons de 800 mètres, si l'on voulait rentrer dans la condition du système à locomotives.

Pentes et Rampes. Relativement aux pentes, on peut les énumérer succinctement, comme suit: partant de la barrière des Vertus, à 2 mètres en contrebas du sol du boulevart, pour pouvoir le franchir facilement dans le cas d'entrée à l'intérieur de Paris, on descend de 2m00, sur une longueur de 1,286 mètres, de manière à suivre, autant que possible, les pentes du sol, et après un plateau de 168 mètres, on remonte par une rampe de 0m0015 par mètre, pour franchir le canal Saint-Denis à une hauteur déterminée. L'on gagne de là le canal de l'Ourcq au pont de Pantin par une autre rampe de 0m003.

Du pont de Pantin au pont de Compans, la ligne est, pour ainsi dire, horizontale, sauf quelques rampes de peu d'importance et nécessaires pour franchir à niveau diverses routes vicinales qui traversent le canal de l'Ourcq; on quitte le canal de l'Ourcq, au pont de Compans, pour s'élever sur le plateau au moyen d'une rampe d'une déclivité de 0m01 qu'on pourrait porter à 0m02, si l'on voulait restreindre encore davantage les travaux de terrassement; puis le profil présente jusqu'au delà de Trilbardou, pour suivre autant que possible les dépressions du sol, une série de pentes et de contre-pentes ne dépassant pas 5 millimètres; l'on descend ensuite par une rampe d'une déclivité de 0m01, pour regagner le niveau de la berge du canal de l'Ourcq au réversoir du Ruthel, et l'on arrive enfin à la station de Meaux, établie sur un plan incliné de 0m0015 par mètre.

Nombre de voies, leur largeur, etc. Nous n'avons admis qu'une simple voie, comme peut le comporter le système atmosphérique, et il n'y a qu'une seule gare d'évitement au milieu du parcours, conditions suffisantes pour satisfaire au maximum du mouvement commercial possible, ainsi que nous le prouverons plus loin. Quant à la largeur de la voie, elle sera égale à celle des chemins de fer ordinaires à sim-

ple voie, et le chemin de hâlage du canal ayant une largeur moyenne de 4 mètres, il n'y a qu'à poser les rails sur un développement de près de 22 kilomètres.

Tube de propulsion.

Le développement de notre tracé est environ de 41,500 mètres; mais comme les appareils pneumatiques extrêmes ne doivent être placés qu'en dehors des stations de départ et d'arrivée, nous avons admis que le tube de propulsion ne serait placé que sur une longueur de 40 kilomètres, et en mettant sept appareils intermédiaires, l'espace entre chacun d'eux ne sera que de 5 kilomètres, comme l'indique M. Mallet dans son rapport, et comme M. Samuda lui-même pense qu'il est convenable de les espacer pour plus de régularité dans le service.

D'après ces dispositions, le tube de propulsion présentera une succession de huit tubes partiels, d'une longueur de 5000 mètres chacun. Au chemin de fer de Kingstown à Dalkey, les tuyaux en fonte qui le forment ont trente-huit centimètres (0^{m}38) de diamètre intérieur, et nous avons admis le même diamètre, comme le permettent les conditions de notre tracé.

Soupapes d'entrée et de sortie.

A chaque extrémité des huit tubes de propulsion, il y aura deux soupapes, l'une d'entrée et l'autre de sortie, qui fonctionneront alternativement, selon la direction des convois. Quant à la forme de ces soupapes, à la forme des tuyaux de fonte composant le tuyau de propulsion, au mode d'attache de ces tuyaux avec les traverses en bois, et à l'établissement de la soupape longitudinale, on se conformera exactement aux dispositions suivies pour le chemin de fer de Kingstown à Dalkey.

Piston.

Il en sera de même du piston, comme du châssis qui le porte et des galets en dépendant, de la tige d'attache et du système de liaison de cette tige avec le wagon directeur. Seulement, on apportera dans l'établissement du piston les améliorations de détails adoptées par MM. Samuda, pour en mettre au besoin la surface à jour et pour pouvoir, ainsi, introduire de l'air à l'avant.

Wagon directeur.

Sur le chemin de Kingstown à Dalkey, le wagon directeur est construit comme les wagons de troisième classe, et il sert aussi pour le transport des voyageurs. Nous pensons qu'il est plus convenable de l'affecter spécialement au service qu'il doit faire, et nous avons admis qu'on ferait des wagons tout exprès, en les disposant pour recevoir, soit les pièces de rechange nécessaires pour le piston, la tige et les diverses soupapes, soit des tuyaux de fonte tout préparés, soit même des outils et une petite forge volante, pour en faire une espèce de magasin ou atelier roulant qui permette de réparer promptement dans le cas d'évènemens extraordinaires.

Appareils pneumatiques.

Nous avons admis l'emploi de neuf appareils pneumatiques, deux aux extrémités du chemin et sept intermédiairement. M. Mallet a indiqué qu'on pourrait avoir sur chaque point une machine à vapeur de la force de 100 chevaux, ou mieux deux machines jumelles de chacune 50 chevaux; mais, dans l'espèce, une force aussi considérable n'est pas nécessaire.

Pour déterminer cette force, il faut observer que toute l'économie du sys-

tème atmosphérique repose sur ce principe important ; c'est que les machines à vapeur sont employées uniquement, d'abord à faire le vide dans le tube de propulsion à un degré déterminant une force supérieure à celle nécessaire pour la charge des trains, et qu'en continuant à fonctionner, lorsque les trains sont en marche, elles servent à maintenir le vide au degré voulu. La puissance à donner à ces machines dépend donc et de la charge des trains, et du degré de vide nécessaire pour les faire marcher, et du temps plus ou moins long pendant lequel on veut opérer le vide au degré déterminé. Le tableau ci-annexé (B) donne les indications relatives à la charge des trains correspondante à divers degrés de vide et à diverses inclinaisons de rampes.

Pour se fixer sur la ligne de Paris à Meaux, on reconnaîtra que c'est entre Paris et le pont de Compans qu'affluera la plus grande masse de voyageurs ; c'est là où les convois marcheront avec les charges les plus fortes. Mais si l'on se reporte à l'indication des pentes ci-dessus, on verra que cette portion de la ligne est presque de niveau, à l'exception de quelques rampes de peu d'importance, au départ. Il suffira donc d'opérer le vide à douze ou quinze pouces anglais (0m305 à 0m381) pour y marcher à une vitesse convenable avec des convois de 75 tonnes, charge qu'on ne peut même avoir que fort rarement. Cette considération nous a porté à penser que deux machines, d'une force ensemble de 70 chevaux, pour chaque appareil, suffiraient largement au service, et c'est aussi l'opinion de MM. Samuda ; mais si des machines de cette force sont suffisantes dans la portion du chemin de fer comprise entre Paris et le pont de Compans, elles suffiront aussi pour la portion restante du chemin, car la charge des convois y sera réduite notablement, et les pentes, d'ailleurs, n'y sont pas portées à la limite maximâ. Nous avons donc admis, pour chaque appareil, deux machines jumelles de chacune 35 chevaux, et nous avons supposé qu'il y aurait aussi, sur chaque point, deux pompes à air pouvant agir à la fois ou séparément.

Les appareils extrêmes seront placés en dehors des stations de départ et d'arrivée, mais ils seront à la proximité des ateliers de réparations de ces localités ; les machines à vapeur de ces appareils, qui auront à fonctionner beaucoup moins que les machines des appareils intermédiaires, serviront à mettre en mouvement les diverses machines de ces ateliers. On pourra les employer aussi pour activer, au besoin, le départ des trains, bien que les stations soient disposées dans ce but. Se trouvant, en effet, sur des plans inclinés, les hommes pourront suffire pour effectuer le départ des trains, et à leur arrivée, ces mêmes plans détraîneront promptement la vitesse acquise.

Gare d'évitement.

A la gare d'évitement, établie au milieu de la longueur du chemin, le tube de propulsion ne sera pas continu ; il sera interrompu sur une assez grande longueur, car il y aura presque toujours sur ce point un moment d'arrêt, et la vitesse acquise suffira largement pour faire franchir cet espace aux trains dans chaque direction.

En face des autres appareils intermédiaires, le tube de propulsion pourra être continu, mais sans soupape longitudinale sur une certaine longueur,

pour que les trains puissent continuer leur route au besoin, sans interruption et sans avoir à passer d'un tuyau dans un autre.

Dépense de l'appareil atmosphérique.

Ces bases principales admises, nous avons pu dresser le devis estimatif exact de tout le système d'appareil atmosphérique, qui s'élève à 3,450,000 f. ou mieux à une somme ronde de 3,600,000, en ajoutant au premier de ces chiffres une partie de la somme à valoir, conformément aux détails du devis. Nous sommes complètement d'accord à ce sujet avec MM. Samuda.

Diminution de dépenses résultant du système atmosphérique.

Tout ce qui constitue l'appareil atmosphérique représente ici les locomotives dans le système ordinaire, mais il en résulte beaucoup d'autres diminutions de dépenses.

Et d'abord le chemin de fer à une voie, dans le système atmosphérique, tel que nous l'avons projeté, représente largement, pour le service qu'il peut faire, un chemin de fer à deux voies du système ordinaire, comme nous le prouverons en traitant la question d'exploitation. Il y aurait donc dans cette hypothèse économie d'une double voie.

N'ayant plus à porter de locomotives, les rails n'avaient pas besoin des dimensions ordinaires, et nous ne les avons admis que d'un poids de 15 kilogrammes par mètre courant, en les disposant de manière à éviter l'emploi des chairs ou coussinets. Pour donner plus d'assiette à la voie de fer, et en même temps pour rendre le plus rigides possible les châssis de support du tube de propulsion, nous avons supposé que les rails porteraient sur des longrines reliées elles-mêmes par des traverses inférieures.

L'absence de locomotives nous a dispensé aussi d'exhausser les divers ponts du canal de l'Ourcq, et nous avons pu semblablement, par ce fait, donner aux travaux d'art, comme aux ateliers de réparations et aux hangars de remisage de moins grandes proportions.

Les conditions du système atmosphérique, en ce qui est relatif aux courbes et aux pentes, nous ont encore permis de réduire de beaucoup les travaux de terrassemens, non seulement entre la barrière des Vertus et le pont de Pantin, mais encore en amont du pont de Compans jusqu'au déversoir du Ruthel.

Matériel.

Nous avons admis enfin que le matériel roulant serait construit dans le système de voitures articulées de M. Arnoux, pour obtenir à la fois plus de légèreté et d'économie, et même pour réunir aussi toutes les conditions de réduction dans les frais d'exploitation.

Montant total de la Dépense.

Au moyen de ces modifications économiques, en n'apportant dans la construction des stations aucun luxe inutile, et en ne considérant la station de départ, à la barrière des Vertus, que comme une station provisoire, notre devis ne s'élève qu'à la somme de neuf millions, et nous pensons bien que ce chiffre ne serait pas dépassé. Il s'élèverait à dix millions, si l'on voulait entrer dans Paris pour y faire la station de départ, avec ses dépendances; mais ce chemin de fer représenterait alors un chemin à deux voies, dans le système à locomotives.

Une seule voie peut être admise dans le système atmosphérique.

En indiquant que le chemin de fer à une voie dans le système atmosphérique représenterait un chemin de fer à deux voies dans le système à locomotives, nous n'entendons pas dire, d'une manière exclusive, qu'un chemin de fer à une voie, dans ce dernier système, ne pourrait pas faire le même service avec des gares de croisement, convenablement combinées, mais il faut prendre les choses dans l'état où elles sont.

L'administration, et l'on pourrait dire le public, exige deux voies de fer dans le système ordinaire; non pas qu'il y aurait impossibilité de service avec une seule voie, mais particulièrement pour diminuer les chances d'accidens, de telle sorte que c'est la question de sécurité qui domine ici. On n'admet pas une seule voie, parce que les évènemens peuvent y dépendre de la difficulté de maîtriser les locomotives, de l'inexpérience, de l'étourderie, ou même de la malveillance d'agens secondaires.

Dans le système atmosphérique, c'est le mode de propulsion qui ne permet pas que deux trains soient engagés sur le même tube; la sécurité est due ici à la nature même du système; on n'y est pas dans la dépendance des hommes, et cette condition permet de franchir les distances entre les stations à toute vitesse et sans danger aucun de collision.

L'administration et le public peuvent donc admettre, avec le système atmosphérique, ce qu'ils n'admettent pas avec le système à locomotives, et c'est sous ce point de vue que nous indiquons que le chemin de fer, tel que nous l'avons projeté, représente un chemin de fer ordinaire à deux voies dont la dépense, dans l'espèce, s'élèverait au moins à quatorze millions.

Comme dépenses de première exécution, le système atmosphérique présenterait donc une économie importante, qui porterait seulement sur les travaux mis à la charge de l'État par la loi de 1842; son avantage, sur le système à locomotives, serait incontestable, s'il en était ainsi des dépenses d'exploitation.

Dépenses d'exploitation.

Il nous reste donc maintenant à examiner quel sera le chiffre annuel des dépenses d'exploitation; mais, avant de traiter cette question, il faut en résoudre une autre qui la domine entièrement. Nous avons dit que la collision étant impossible dans ce système nouveau, puisque deux trains ne pouvaient pas se trouver à la fois sous la sphère d'action d'une même machine, les chemins, à propulsion atmosphérique, pouvaient n'être exécutés qu'à simple voie, et c'est ainsi que nous avons projeté le chemin de fer de Paris à Meaux; mais il s'agit de savoir si cette simple voie peut satisfaire au mouvement commercial de cette ligne.

On sait, d'après le dépouillement des portatifs de l'administration des contributions indirectes, que le mouvement commercial annuel, entre Paris et Meaux, réduit à la distance totale, peut être évalué au minimum à 300,000 voyageurs, et à 30,000 tonnes de marchandises devant emprunter la voie de fer. Tous les documens, tous les mémoires qui ont été publiés en 1841, et depuis lors, sur les chemins de fer dans cette direction, sont unanimes pour confirmer l'exactitude de cette assertion.

Les trains peuvent être disposés de deux manières différentes, c'est-à-dire sans croisement et avec croisement.

Pour que le mouvement ait lieu sans croisement, il faut qu'un train ne parte d'une extrémité que lorsque l'autre y est arrivé, et leur nombre dépend ainsi du temps à mettre pour le parcours total. La vitesse moyenne, et l'on pourrait même dire la vitesse *minimum*, avec laquelle on peut marcher dans le système atmosphérique, est de 60 kilomètres ou 15 lieues à l'heure, y compris les temps d'arrêt pour les stations, et en conséquence, les 42 kilomètres de Paris à Meaux seraient parcourus en moins d'une heure. On pourrait donc faire partir un train, toutes les deux heures, de chaque localité, et en ne calculant que sur douze heures de marche, en moyenne, par jour (de six heures du matin à six heures du soir), le nombre des trains serait de douze par jour, six dans chaque sens.

Si l'on admet maintenant par train 15 voitures ou wagons présentant, à charge complète, un tonnage de 75 tonnes; affectant pour voyageurs 10 de ces wagons qui contiendraient 200 personnes, en ne supposant que les deux tiers des places occupées; et réservant, pour les articles messageries et marchandises, 5 wagons pouvant ensemble charger, au minimum, 20 tonnes, on satisferait ainsi à un mouvement de 450,000 voyageurs et de 45,000 tonnes par an, moitié en sus du mouvement actuel.

On n'aurait besoin que d'une seule gare de croisement au milieu de la distance, si l'on voulait faire partir les trains, d'heure en heure, de chaque extrémité, et alors le mouvement serait double de celui trouvé ci-dessus, c'est-à-dire de 900,000 voyageurs et de 90,000 tonnes. On le porterait enfin à 1,800,000 voyageurs par an et à 180,000 tonnes, en établissant trois gares de croisement intermédiaires, au lieu d'une, parce qu'alors les départs pourraient avoir lieu de demi-heure en demi-heure de chaque extrémité.

Nous n'avons admis, pour le moment, qu'une seule gare de croisement dans le milieu de la longueur du parcours, et nous satisferons ainsi à un mouvement commercial triple de celui actuel; l'addition de deux autres gares nous permettrait de satisfaire à un mouvement sur lequel on ne doit pas compter. La simple voie, telle que nous l'avons projetée, est donc, en définitive, largement suffisante.

On estime, en général, que l'établissement d'un chemin de fer détermine promptement une circulation double de celle ancienne, et sur beaucoup de points, en Angleterre comme en Belgique, l'accroissement a été dans une proportion beaucoup plus forte. Pour agir dans l'hypothèse la plus défavorable dans le calcul des frais d'exploitation, nous nous bornerons à supposer que la circulation entre Paris et Meaux ne sera augmentée que de moitié en sus, et qu'elle ne sera ainsi que de 450,000 voyageurs et 45,000 tonnes, réduits à la distance totale.

Nous avons vu ci-dessus qu'on pourrait satisfaire à ce mouvement au moyen de 12 trains, 6 dans chaque direction; mais pour établir plus facilement la comparaison avec le système à locomotives, et même encore, pour opérer dans les hypothèses les plus défavorables, nous supposerons que les

trains ne seront composés que de 12 wagons d'un poids maximum de 60 tonnes, et qu'il en faudra seize pour faire le service, huit dans chaque direction.

Pour calculer maintenant les dépenses d'exploitation, il faut les distinguer en deux classes; les frais généraux ou dépenses indépendantes, pour ainsi dire, de l'activité de la circulation et les frais proportionnels à cette activité, pouvant être aussi modifiés par tel ou tel système de locomotion. Nous n'avons à nous occuper que de ces derniers frais, dans lesquels il faut comprendre les dépenses pour traction, les réparations de voitures, et l'entretien de la voie proprement dite.

Relativement aux frais de traction, dans le système atmosphérique, le calcul ne peut s'établir que sur l'expérience de Dalkey. Il n'y a pas à compter encore en effet, sur des améliorations qui sont probables, mais qui ne sont pas réalisées.

A Dalkey, la machine à vapeur fonctionne vingt et une fois par jour, de huit heures du matin à six heures du soir, et en moyenne sept minutes chaque fois, de telle sorte qu'elle n'a que cent quarante-sept minutes, ou en nombre rond, cent cinquante minutes de marche réelle sur dix heures, soit un quart du temps. Si cette machine travaillait constamment, elle consommerait dans les dix heures 3,000 kilogrammes de charbon, et ne marchant que deux heures et demie, elle ne devrait consommer que 750 kilogrammes. Sa consommation réelle est de 1,500 kilogrammes, c'est-à-dire double de ce qu'elle devrait être, et représentant cinq heures de marche. La mise en train et l'entretien du feu dans les momens d'arrêt déterminent donc, dans l'espèce, une augmentation de consommation, ou, ce qui revient au même, un temps de marche double de celui effectif, et c'est la base que nous admettrons dans nos calculs.

Des neuf appareils pneumatiques, il n'y en a que huit en fonction pour chaque train, et chacun d'eux ne marche que dix minutes en moyenne, cinq minutes pour faire le vide et cinq minutes pour la traction. Il n'y a donc à compter pour huit appareils, qu'un temps effectif de marche de cent soixante minutes, qu'on peut porter à trois cents minutes ou cinq heures, en tenant compte, d'après les bases ci-dessus, de la consommation excédente pour la mise en train et l'entretien du feu dans les momens d'arrêt.

On peut estimer que deux machines à vapeur, à haute pression, avec détente variable et condensation, de la force de trente-cinq chevaux chacune, consommeront ensemble 210 kilogrammes de charbon par heure, prenant pour base à cet égard une consommation de 3 kilogrammes par force de cheval et par heure, comme à Dalkey, et comme on l'obtient dans toutes les machines d'épuisement des mines de Cornwall, avec lesquelles on reste souvent au-dessous de ce chiffre; la consommation de chaque appareil sera donc de 1,050 kilogrammes par jour.

Nous aurons ainsi une consommation totale, par jour, de 8,400 kilogram. ou 8 tonnes 40, lesquelles à 35 fr., rendues à pied d'œuvre, entraîneront

dans une dépense de.	294 fr.
A cette somme il faut ajouter, savoir :	
1° Le salaire de neuf mécaniciens à 6 fr. chaque. . . .	54
2° Id. de neuf chauffeurs à 3 fr. chaque.	27
3° Id. du conducteur du wagon directeur à 4 fr. . .	4
4° Les frais d'entretien du cuir du piston et de la composition, évalués à.	6
5° Les frais d'entretien des soupapes et du tuyau d'aspiration, que nous porterons à 1 fr. par kilom. et par jour, ci, pour les 42 kil.	42
6° L'entretien des appareils pneumatiques et des machines à vapeur, et le graissage de ces machines, évalués à 5 pour 100 de leur prix d'acquisition, non compris leur dépréciation, soit par jour	88
7° Le salaire des gardiens de soupapes, qu'on pourrait ne porter que pour mémoire, parce que ces manœuvres peuvent être faites par les employés ordinaires des stations ou par les préposés à la manœuvre des jeux d'aiguilles, mais que nous compterons encore, pour agir toujours dans les hypothèses les plus défavorables; ci pour 9 gardiens de soupapes à 3 fr.	27
De sorte que le total des frais quotidiens pour la traction, dans l'hypothèse que nous considérons, serait de. . .	540 fr.

Le développement du chemin de fer étant de 42 kilomètres, et le nombre de convois étant de 16, cette dépense de 540 fr. correspondrait à un parcours de 672 kilomètres, et en conséquence le prix par kilomètre parcouru ne serait de 0 fr. 80 c.

C'est à peu près les deux tiers de ce qu'il en coûte aujourd'hui encore sur les grandes lignes des chemins de fer en exploitation aux environs de Paris.

On pourrait nous objecter que ce calcul n'est pas exact, et que pour obtenir une comparaison rationnelle, il faudrait supposer qu'un chemin de fer à locomotives à simple voie satisferait au mouvement commercial que nous considérons ; que, dans ce cas, l'appareil atmosphérique déterminerait une dépense plus considérable, et qu'il faudrait tenir compte de l'intérêt du capital formant la différence.

Admettons, pour un instant, que l'objection soit fondée, et examinons alors quelle serait l'addition à faire aux frais journaliers d'exploitation.

Nous avons vu que l'appareil atmosphérique pour le chemin de fer de Paris à Meaux, tel que nous l'avons projeté, entraînerait dans une dépense de 3,800,000 fr.

En regard de cette dépense il faudrait mettre pour le système ordinaire la fourniture des locomotives et des tenders, les frais de construction des hangars de remisage de ces machines, la majeure partie de l'outillage des ateliers de réparation et de leur établissement, et tenir compte aussi de la dif-

férence des poids, des rails et des coussinets, etc., toutes dépenses qu'on peut estimer largement à 1,000,000 fr. pour les 42 kilomètres.

L'excédent de la dépense serait ainsi de 2,000,000 fr., dont l'intérêt par jour à 5 pour cent s'élèverait à 273 fr., ce qui porterait la dépense quotidienne des frais de traction à 813 fr., et ferait ressortir ces frais à 1 fr. 20 c. par kilomètre, prix de revient égal à celui des locomotives.

On serait donc ici, sous le rapport des frais de traction, à la limite d'égalité dans les deux systèmes; mais nous arrivons à ce résultat en admettant que l'objection soit fondée, et nous avons prouvé à l'avance qu'il n'en était pas ainsi, en indiquant plus haut les motifs pour lesquels on peut, avec raison, se borner à une seule voie dans le système atmosphérique.

Au reste, nous n'avons admis qu'une circulation de 450,000 voyageurs et 45,000 tonnes de marchandises, desservis par 16 trains de 12 voitures par jour, et, certes, l'établissement d'un chemin de fer entre Paris et Meaux déterminerait immédiatement entre ces deux villes un mouvement commercial double au moins de celui actuel, et le nombre de trains par jour devrait être plus considérable que celui que nous avons admis. L'avantage dans cette hypothèse resterait évidemment au système atmosphérique.

Dans les frais de traction, nous n'avons pas considéré la dépréciation du matériel et la comparaison est encore ici tout à l'avantage du système atmosphérique sur le système ordinaire.

Dans ce système, en effet, plus le nombre des locomotives est grand, plus leur dépréciation a d'importance, pécuniairement parlant, et l'expérience a prouvé que la dépréciation des locomotives s'opérait promptement. Elles exigent, d'un autre côté, des réparations continues, qui nécessitent l'emploi d'un grand nombre d'ouvriers, la construction d'ateliers de réparations considérables et un outillage très dispendieux. Le système atmosphérique n'a pas ces exigences, et, *dans l'espèce*, la dépréciation n'aura lieu, quelle que soit l'activité de la circulation, que sur neuf appareils pneumatiques, munis de machines fixes qui peuvent durer une vingtaine d'années sans réparations importantes. De petites forges, disposées dans les bâtimens de ces machines, et un outillage très simple, suffiront pour y faire aussi économiquement que promptement les réparations ordinaires.

Nous n'aurons ici d'ateliers qu'aux stations extrêmes pour les réparations des voitures et wagons, et nous avons vu que les appareils de ces stations fourniraient, dans ces ateliers, la force dont on aurait besoin pour y mettre en mouvement les principales machines. Les voitures et les wagons n'ayant pas à supporter les chocs, les mouvemens brusques et les frottemens auxquels ils sont exposés dans le système à locomotives, leur entretien sera moins dispendieux, et leur dépréciation moins considérable, toutes conditions à l'avantage du système atmosphérique.

Ainsi que nous l'avons indiqué déjà, la voie de fer, elle-même, sera moins fatiguée et demandera beaucoup moins de réparations que dans le système à locomotives, et, là encore, nous trouverons une économie dans les frais d'exploitation.

Nous avons chiffré ces diverses économies dans différentes hypothèses relatives à une plus ou moins grande activité de circulation, et nous avons trouvé que les dépenses totales d'exploitation du chemin de fer de Paris à Meaux, tel que nous l'avons projeté, ne s'élèveraient qu'à trente ou trente-trois pour cent au maximum des produits bruts, de telle sorte qu'il y aurait économie réelle sur les mêmes dépenses dans le système à locomotives.

Le système atmosphérique a donc, sur le système à locomotives, des avantages évidens, et sous le rapport des dépenses de premier établissement, et sous le rapport des frais d'exploitation, pour la ligne que nous considérons.

Mais, dira-t-on, le chemin de fer de Dalkey n'est, en réalité, qu'une expérience de ce système nouveau; tous les calculs ci-dessus ne reposent, pour ainsi dire, que sur des résultats théoriques, que la pratique pourrait modifier considérablement, et la possibilité de l'application à une grande ligne n'est pas encore démontrée complètement. Ce n'est pas ainsi que cette question est considérée en Angleterre; elle est beaucoup plus avancée qu'on ne peut le supposer, et il suffit d'indiquer ce que pensent et ce que font, à ce sujet, les ingénieurs les plus distingués d'Outre-Manche, pour bien juger de l'état réel des choses.

OPINION DES PRINCIPAUX INGÉNIEURS ANGLAIS SUR LE SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE.

Et, d'abord, sous le rapport de la science, il n'y a pas de doute que la question ne soit résolue complètement; les directeurs généraux des travaux publics en Angleterre et en Irlande, avec lesquels nous avons eu l'honneur de conférer, ont une opinion bien formelle à ce sujet, et cette opinion est partagée par M. Vignolles, comme par MM. Brunel et Cubit.

Ces ingénieurs regardent la question résolue semblablement sous le rapport commercial, car ils se proposent d'appliquer le système atmosphérique sur des lignes assez étendues pour qu'il n'y ait plus de doute à cet égard; ainsi, M. Brunel a soumis au parlement les projets dans ce système de deux lignes nouvelles, celle de Londres à Chatam, présentant un développement de cinquante kilomètres, et celle de Chatam à Gravesend d'un développement de dix-sept kilomètres environ. M. Cubit a présenté semblablement deux projets, l'un relatif au chemin de Londres à Epsom, d'un développement total de trente kilomètres, dont moitié sur le chemin de Croydon, et l'autre relatif à un chemin de sept kilomètres de Margate à Ramsgate, auquel la Chambre des communes a déjà donné son approbation.

M. Vignolles propose, entre Londres et Gravesend, toujours dans le système atmosphérique, une ligne en concurrence avec celle du projet de M. Brunel, et il est fort probable que ces ingénieurs se réuniront pour n'avoir qu'une seule ligne continue de Londres à Gravesend et de Gravesend à Chatam.

Toujours est-il que des projets sont présentés aux Chambres anglaises, pour l'application, sur de grandes lignes, de ce nouveau système de locomotion; que plusieurs de ces projets seront approuvés cette année; et si les ingénieurs distingués, ci-dessus nommés, avaient le moindre doute sur la solution de la question commerciale, ils n'engageraient pas ainsi les capitaux de leurs clients, et ne viendraient pas, de gaîté de cœur, compromettre leur responsabilité et la renommée qu'ils ont si justement acquise.

Mais on a trop dit que le chemin de Kingstown n'était qu'une expérience : C'est une entreprise commerciale. Depuis un mois, ce chemin fonctionne régulièrement pour le public, qui paie comme sur les chemins de fer ordinaires, et les trains partent de demi-heure en demi-heure de chaque localité, de six heures du matin à huit heures du soir. Il y a ainsi 42 trains par jour, 21 en remontant par le système atmosphérique, et 21 en descendant par la gravité. Nous nous sommes fait représenter le registre de l'exploitation, et nous avons pu juger que certains jours la circulation avait été de plus de 2,000 voyageurs. On nous a assuré que le jour de Noël, on avait transporté, en cinq heures, plus de 10,000 personnes.

Au résumé, l'opinion la plus accréditée, et celle que nous nous sommes formée nous-même sur les lieux, c'est que la question de l'avenir et de l'utilité du système atmosphérique ne fait plus de doute aujourd'hui. Il ne faudrait pas en tirer la conséquence que son application devra dorénavant avoir lieu partout et toujours, à l'exclusion du système ordinaire à locomotives; ce sont deux systèmes, ayant chacun des avantages comme des inconvéniens inhérens à leur nature, entre lesquels il faut faire un choix selon les circonstances, et qui, dans certaines autres, peuvent être employés ensemble, non seulement comme système mixte dans une longue ligne, mais encore dans un parcours commun, le système atmosphérique venant en aide, dans ce cas, au système à locomotives.

Ainsi, par exemple, MM. les ingénieurs anglais, avec lesquels nous avons été en rapport, ne balancent pas à affirmer que le système atmosphérique doit être employé à l'exclusion de tout autre système, toutes les fois qu'on doit se servir de machines fixes pour gravir des plans inclinés.

Selon ces Messieurs, semblablement, le système atmosphérique est applicable avec avantage quand on a à établir un chemin de fer dans un pays où de nombreux accidens de terrain déterminent des dépenses considérables en terrassemens et travaux d'art, comme aussi lorsque, dans un pays de plaine, on est assuré d'un grand mouvement de voyageurs et de marchandises.

Si, au contraire, on n'a qu'un mouvement commercial restreint dans un pays de plaine, se prêtant naturellement aux conditions prescrites actuellement pour le tracé des chemins de fer, le système à locomotives peut être admis.

C'est ce qui explique que, dans une longue ligne, on peut, sans inconvénient aucun, employer le système mixte, c'est-à-dire le système atmosphérique sur une ou plusieurs sections de la ligne, et le système à locomotives

sur les autres sections ; et qu'on ne pense pas que dans le système mixte on soit tenu de changer de matériel et de rompre charge pour passer d'une section dans une autre. Le même matériel de voitures et de wagons peut servir pour les deux systèmes, et l'on pourrait dire qu'il ne s'agit que de fixer, aux trains, des forces différentes.

Le choix entre les deux systèmes, qu pour leur combinaison, reste donc subordonné au résultat des calculs à faire pour résoudre, dans ces divers cas, la question des frais de premier établissement et d'exploitation; et, dans ce calcul, il faut faire entrer aussi les économies résultant de l'emploi de voitures articulées qui, selon nous, est le complément du système atmosphérique.

AVANTAGES D'UNE EXPÉRIENCE DU SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE AUX PORTES DE PARIS ET SUR LA LIGNE DE PARIS A MEAUX.

Lorsque cette question grandit ainsi chaque jour, le gouvernement français ne peut pas rester indifférent. Il serait difficile qu'il se livrât lui-même à des essais, mais il devrait, au moins, accueillir avec empressement les propositions d'une Compagnie qui consentirait à faire, aux portes de Paris, à ses frais, risques et périls, l'expérience, sur une grande échelle, du système atmosphérique.

La berge du canal de l'Ourcq offre encore les moyens de faire cette expérience aux moindres frais possibles, et la Compagnie ne ferait que rester fidèle à ses antécédens, en offrant à l'État d'appliquer immédiatement le système nouveau de propulsion sur dix à douze kilomètres, entre la barrière des Vertus et Bondy. Nous balançons d'autant moins à lui proposer de faire cette offre que nous pensons qu'on peut continuer dans le même système jusqu'à Meaux, pour le cas où le chemin de fer de Paris à Strasbourg aurait une autre direction que la vallée de la Marne. La réussite de cette expérience serait, pour l'État, d'un avantage immense.

Et d'abord, l'application du système atmosphérique, combiné avec le système de voitures articulées de M. Arnoux, peut être faite promptement, sur une longueur de dix kilomètres, entre la barrière des Vertus et Bondy; car il n'y a que très peu d'expropriations à faire jusque-là, et les rails peuvent être posés immédiatement sur la majeure partie de la longueur. Six mois à peine seront nécessaires pour être en mesure de marcher, d'après ce système nouveau, aux portes de Paris. *On réunira sur ce développement toutes les conditions de courbes à petits rayons, de fortes pentes, de passages à niveau, de gares de croisement, de passages d'un tube de propulsion à l'autre, et les expériences alors seront complètes et décisives pour les hommes de science, comme pour le public.* La situation sera telle enfin que les courbes à petits rayons pourront être facilement redressées, qu'on pourra facilement aussi ramener au chiffre maximum de 0^{m}.,005 les déclivités plus fortes, et qu'il n'y aurait

pour ainsi dire, qu'à enlever le tube de propulsion pour se remettre dans le système à locomotives, dans le cas où le gouvernement l'exigerait; nous avons la conviction, quant à nous, que l'expérience réussira, à la satisfaction de tous, et que le chemin de fer sera continué jusqu'à Meaux dans le double système de locomotion et de matériel que nous considérons.

C'est encore dans un délai très court, dans un an ou quinze mois au plus, qu'on peut mettre à fin cette application du système nouveau de locomotion, sur un développement de *quarante-deux kilomètres*. Et, en effet, le terrain est prêt à recevoir les rails sur plus de la moitié du développement; les terrassemens sont très restreints sur le plateau, entre Claye et Villenoy, et les travaux d'art à y exécuter n'ont aucune importance, comme ils ne présentent aucune espèce de difficulté; les expropriations à y faire n'ont lieu que dans des terrains de grande culture, sans interruption aucune des communications actuelles Tous les projets d'ensemble et de détails sont faits; le projet complet d'exécution est tout disposé, et il n'y a donc qu'à mettre les ouvriers à l'œuvre. Il n'y aura plus de doute alors, et le gouvernement, comme le public, aura acquis la conviction que l'application du système atmosphérique, combiné avec le système de voitures articulées de M. Arnoux, est possible sur une longue ligne.

Mais alors aussi, l'expérience aura fait reconnaître que l'application de ces systèmes nouveaux, modifie les conditions des tracés des chemins de fer, et détermine ainsi des diminutions notables dans l'importance des indemnités, des terrassemens et des travaux d'art, et l'État, comme les contribuables des départemens traversés, pourront profiter immédiatement des économies à apporter dans ces diverses natures de dépenses mises à leur charge par la loi de 1842.

APPLICATION DU SYSTÈME ATMOSPHÉRIQUE SUR TOUT OU PARTIE DE LA LIGNE DE L'EST.

Tracé de la ligne principale de l'Est par la vallée de la Marne.

C'est en traitant la question d'application du système atmosphérique sur la ligne de Paris à Strasbourg, par la vallée de la Marne, qu'on peut juger des avantages qui doivent résulter de ce système nouveau; et pour mieux les apprécier, nous chercherons à évaluer les économies à réaliser.

Pour arriver à ce but, il est nécessaire, d'abord, de bien préciser la ligne du tracé, et d'établir le chiffre de la dépense à faire par l'État et les départemens intéressés, dans le système à locomotives.

En adoptant le tracé par la vallée de la Marne, la ligne, en suivant ou coupant les diverses sinuosités de cette rivière, vient passer à Meaux, La Ferté-sous-Jouarre, Château-Thierry, Épernay, Châlons et Vitry-le-Français; elle quitte ensuite la vallée de la Marne pour suivre celles de la Saulx et de l'Ornain jusqu'à Trouville, en passant à Bar-le-Duc; elle franchit la vallée de l'Aire à Loxeville, celle de la Meuse à Lerouville, et arrive ainsi à Saint-

Julien, village situé à la limite des bassins de la Meuse et de la Moselle, et dont nous aurons à parler ultérieurement, comme point de départ de l'embranchement sur Metz. De Saint-Julien, la ligne vient gagner Nancy, en entrant, près Toul, dans la vallée de la Moselle, qu'elle longe jusqu'à Frouard. Elle suit ensuite la vallée de la Meurthe, passe à Lunéville et Sarrebourg, franchit les Vosges à la hauteur de Phalsbourg, pour rentrer dans le bassin du Rhin par la vallée de la Zorn, et se retourne presqu'à angle droit pour arriver à Strasbourg, parallèlement au cours du Rhin, après avoir traversé quelques vallées secondaires.

Embranchement sur Reims.

Si l'on adoptait ce tracé pour la ligne de Paris à Strasbourg, évidemment il faudrait desservir Reims par un embranchement, car on ne pourrait pas laisser une ville aussi importante, par sa population et son industrie, privée de ces nouvelles voies de communication. L'un des tracés indiqué par M. l'ingénieur en chef Marinet, part de la ligne principale à l'aval de Cherville, traverse la Marne et le canal latéral à cette rivière, passe à l'est de Condé et d'Ysse, coupe perpendiculairement la route Royale n° 44, en face de Louversy, court ensuite parallèllement à la Vesle, coupe de nouveau la route royale et le canal de l'Aisne à la Marne, en face de Beaumont-sur-Vesle, et se dirige sur Reims, en passant au sud de Sillery.

Embranchement sur Metz, etc.

La nécessité d'un embranchement sur Metz ne peut être mise en doute un seul intant, et en parlant de la ligne de Strasbourg, la loi de 1842 indique formellement que le tracé devra s'approcher le plus près possible de la première de ces villes; dans l'hypothèse du tracé que nous considérons, et pour se conformer aux prescriptions de la loi précitée, le point de bifurcation le plus rationnel pour l'embranchement sur Metz, serait le village de Saint-Julien, car en partant de ce village pour traverser la vaste plaine de la Vœvre, par Apremont, Bency et Dampvitou, on arriverait naturellement dans la vallée de la Moselle, à Arnaville, en y descendant par la vallée du Rû de Mad, et d'Arnaville à Metz on n'aurait qu'à suivre le cours de la Moselle. Cette ligne est une de celles qui présentent le développement le plus court de Paris à Metz; elle serait la tête d'un chemin plus important, celui de Metz à Sarrebruck, qui serait dirigé sur cette dernière ville, en passant par Faulquemont, Saint-Avold et Forbach. C'est aussi le prolongement naturel du chemin de fer de Sarrebruck à Manheim, dont la concession vient d'être faite à une Compagnie puissante. On serait alors en communication directe avec le nord de l'Allemagne et le bassin houiller de Sarrebruck, qui viendrait approvisionner à bon compte tous les établissemens industriels de la Meurthe et de la Haute-Marne. L'embranchement sur Metz et son prolongement jusqu'à Sarrebruck forment évidemment le complément indispensable de la ligne sur l'Est, *et nous verrons plus loin que le gouvernement pourrait les faire exécuter avec les économies à réaliser sur les dépenses de la ligne principale.*

Cette ligne principale, avec les embranchemens précités, présente un développement de 678 kilomètres, savoir :

1° La ligne principale de Paris à Strasbourg, par la vallée de la Marne, Vitry-le-Français, Bar-le-Duc, Toul, Nancy et Lunéville, ci. . 498 kil.
2° L'embranchement sur Reims et l'embranchement sur Metz à partir de Saint-Julien 102

Total. 600
3° Le prolongement de Metz à Sarrebruck 78

Total général . . . . 678 kil.

D'après les projets présentés aux enquêtes, les dépenses à faire par l'État, conformément aux bases de la loi de 1842, s'éleveraient à 84,660,000 francs, savoir :

1° La ligne principale. . . . . 60,640,000 fr.
2°, Les embranchemens sur Metz et sur Reims . . . 13,220,000

Total. . . 73.860,000
3° Le prolongement de Metz à Sarrebruck 10.800,000

Total général. . . 84,660,000 fr.(1)

Les chiffres noirs du tableau A, ci-annexé, présentent les détails de toutes ces dépenses par sections principales et par sous-sections, et, en examinant ces détails, on remarque facilement que, sur certaines parties de la ligne, les dépenses de terrassemens et de travaux d'art s'élèvent à des sommes beaucoup plus considérables par kilomètre que sur d'autres parties voisines, ce qui est la conséquence inévitable de la plus ou moins grande quantité d'accidens de terrains.

Pour évaluer approximativement les économies qu'on peut apporter dans ces dépenses, il faut, non seulement examiner ces difficultés de terrains, mais rendre compte encore de la nature et de l'importance des transports à opérer sur les diverses parties du chemin de fer.

Section de Paris à Château-Thierry.

En consultant les statistiques du mouvement commercial sur la ligne de Paris à Strasbourg, par Meaux, Épernay, Châlons, etc., on reconnaît que c'est entre Paris et Château-Thierry, ou, pour mieux dire, sur les deux premières sections du chemin de fer projeté que s'opèrera le plus grand mouvement de voyageurs et de marchandises; mais c'est aussi la portion du tracé dans la vallée de la Marne, où les accidens de terrains sont le plus multipliés, où le lit de la rivière est le plus sinueux, et qui présente le plus de dépenses pour

(1) Le chiffre des 84,660,000 francs est le résultat de l'évaluation des projets présentés à l'enquête, qui fait ressortir le prix du kilomètre, en moyenne, à 130,000 francs: mais le gouvernement d'après les lois présentées déjà, porte le prix du kilomètre à 150,000 francs, et, dans cette hypothèse, le chiffre de la dépense à sa charge serait de 101,700,000 francs; savoir :

1° Pour la ligne principale. . . . . 74,700,000 fr.
2° Pour les embranchemens sur Reims et sur Metz. 15,300,000

Total. 90,000,000
3° Pour le prolongement de Metz à Sarrebruck 11,700,000

Total général. . . 101,700,000 fr.

terrassemens, comme pour travaux d'art. Et, en effet, sur le développement de ces deux sections, présentant une longueur de cent dix kilomètres environ, la Marne est traversée sept fois; sept fois aussi, la vallée de cette rivière est barrée par des remblais élevés à une grande hauteur, pouvant modifier le régime d'écoulement des eaux en temps de crues; trois caps trop avancés sont franchis par des tunnels, ayant ensemble une longueur de plus de deux mille mètres. L'on a à creuser des tranchées profondes, soit pour arriver à ces souterrains, soit pour couper d'autres caps, et enfin les dépenses pour les terrassemens et les travaux d'art, qui ne figurent que pour 4,000,000 fr. environ, y compris la somme à valoir, dans les troisième et quatrième sections, s'élèvent à une somme quadruple dans les deux premières sections pour un développement à peu près semblable.

Eh bien! c'est entre Paris et Château-Thierry que l'application du système atmosphérique est toute rationnelle; car, sous le rapport de premier établissement, le système nouveau déterminera une réduction considérable dans les dépenses à la charge de l'État, et, sous le rapport d'exploitation, le mouvement commercial suffira pour obtenir de fortes économies dans les frais de locomotion.

Observons d'abord, pour éviter des répétitions inutiles, que les dépenses pour clôtures et pour stations sont les mêmes pour les deux systèmes, et que les réductions sur les dépenses à la charge de l'État ne peuvent porter que sur les terrassemens, les travaux d'art, les indemnités et les sommes à valoir.

Nous avons prouvé qu'un seul cours de propulsion suffisait pour un mouvement commercial qu'il n'est guère possible d'espérer; mais comme il ne serait pas prudent d'enchaîner l'avenir, surtout dans un certain rayon aux abords de la capitale, nous supposerons que les terrassemens et les travaux d'art seront exécutés dans l'hypothèse de l'établissement de deux voies, bien qu'on n'établisse d'abord qu'un seul cours de propulsion avec des gares de croisement convenablement combinées. Admettant, maintenant, que même avec le système atmosphérique on ne dépasse pas un centimètre pour les pentes, et cent cinquante mètres pour le rayon des courbes, ces conditions suffiraient pour réduire à une ou deux au plus les traversées de la Marne dans les deux sections que nous considérons, pour y éviter les tunnels et pour y diminuer notablement la hauteur des remblais et la profondeur des tranchées, comme nous le prouverons en temps opportun, en fournissant à l'appui de ces assertions des études sérieuses de détails.

On rentrerait ainsi dans des limites plus restreintes pour les dépenses de terrassemens et de travaux d'art. Ainsi, par exemple, si l'on admet que les terrassemens doivent coûter en moyenne 45,000 fr. par kilomètre pour les chemins de fer dans le système à locomotives, comme cela a eu lieu sur le chemin de fer d'Orléans, on peut estimer rationnellement avec la certitude d'être au-dessous de la vérité, que les conditions nouvelles de pentes et de rayons de courbes indiqués ci-dessus détermineront une réduction de vingt pour cent sur ce chiffre; la dépense moyenne des terrassemens par kilomètre ne s'élèverait donc dans cette hypothèse qu'à 35,000 fr.

Les travaux d'art sont évalués semblablement en moyenne à 35,000 fr. par kilomètre, surtout avec la condition de deux grands ponts au minimum, comme dans l'espèce; mais l'absence des locomotives permettant de donner moins de hauteur aux ponts supérieurs à la voie, et moins de force aux viaducs, on peut encore obtenir sur ce chiffre une diminution de quinze pour cent environ, ce qui le réduirait à 30,000 fr.

Les indemnités devaient encore subir une réduction, mais elles sont estimées à un chiffre tellement faible, qu'il n'est pas possible de l'affaiblir encore davantage. Nous devons en faire ultérieurement le texte d'un article spécial.

Appliquant aux deux premières sections partielles les bases ci-dessus, qu'on ne peut pas regarder comme trop faibles, puisqu'elles sont encore, ainsi, bien supérieures aux évaluations des trois sections partielles suivantes, nous arrivons à une économie de 6,500,000 fr., ainsi que l'indique le tableau ci-annexé, A, où les chiffres noirs représentent les dépenses dans le système à locomotives, conformément aux projets présentés, comme nous l'avons indiqué déjà, et les chiffres rouges représentent les mêmes dépenses dans le système atmosphérique.

Section de Château-Thierry à Bar-le-Duc.

De Château-Thierry à Bar-le-Duc, ou pour mieux dire, dans les trois sections partielles suivantes, présentant un développement de 140 kilomètres, le mouvement des voyageurs et des marchandises sera déjà plus restreint, et dans cette partie de la ligne aussi, il n'y a aucune difficulté de terrain. Les dépenses pour les travaux et les terrassemens sont évaluées, par kilomètre, à des chiffres inférieurs aux bases que nous avons indiquées ci-dessus, de sorte qu'il n'y a aucune diminution possible à faire sur les évaluations du projet; ce n'est que la question d'exploitation qui peut guider pour juger auquel des deux systèmes de locomotion il sera plus utile de donner la préférence.

Section de Bar-le-Duc à Nancy, et de Nancy au col des Vosges.

Il n'en sera pas de même entre Bar-le-Duc et Nancy, comme entre Nancy et la limite du département du Bas-Rhin, et même jusqu'à la vallée de la Zorn. Les dépenses pour travaux d'art et pour terrassemens sont énormes dans cette partie de la ligne d'un développement de près de 200 kilomètres, et le mouvement des voyageurs et des marchandises y sera tel, en toutes circonstances, qu'une simple voie dans le système atmosphérique pourrait satisfaire toujours aux exigences du service. Mais il y a un autre motif puissant pour adopter ici ce nouveau mode de locomotion. Le chemin de fer est presque partout établi parallèlement au canal de jonction de la Marne au Rhin actuellement en exécution, et pour lequel l'État a déjà dépensé plus de quarante millions. Il est certain que l'établissement du chemin de fer enlèvera une partie des marchandises qui, sans cela, auraient emprunté la voie d'eau, et que l'utilité du canal sera ainsi notablement restreinte; mais alors il faut utiliser le plus convenablement possible les dépenses faites, et pour arriver à ce but, il n'y a qu'un parti à prendre, c'est de se servir d'un des chemins de halage de ce canal pour l'établissement de la voie de fer, un seul de ces chemins étant largement suffisant pour les besoins de la navigation.

L'expérience sur le canal de l'Ourcq aura cet avantage encore, c'est de prouver la possibilité d'employer un chemin de halage inutile; et l'application du système atmosphérique, combiné avec le système Arnoux, convient parfaitement à cet effet. Les conditions nouvelles de courbes et de pentes, qui en sont la conséquence, restreignent notablement les travaux à exécuter pour approprier le chemin de hâlage à l'établissement de la voie de fer, et l'absence de locomotives permet de se servir aussi des travaux d'art en leur donnant parfois plus d'étendue, mais sans surexhaussement; l'économie pour l'État devient immense dans ce cas.

L'économie serait déjà assez considérable, si, pour ne pas engager l'avenir, on élargissait immédiatement le chemin de halage, et qu'on disposât les travaux d'art, dans l'hypothèse de l'établissement de deux voies, sauf à ne poser d'abord qu'un seul tube de propulsion, et c'est dans cette hypothèse dernière que nous évaluerons les dépenses à faire.

Nous pouvons admettre ici que les dépenses pour terrassemens ne s'élèveront qu'à 17,500 fr. par kilomètre, et celles pour les travaux d'art à 15,000 fr., moitié des prix que nous avons admis pour les deux premières sections. Ces bases ne peuvent pas paraître trop faibles et elles sont, en effet, bien inférieures encore au chiffre des dépenses prévues entre Vitry-le-Français et Bar-le-Duc, où tout est à faire, tandis que, dans l'espèce, nous supposons qu'on se sert d'un des chemins de halage du canal, qu'il suffit d'élargir. En opérant une réduction proportionnelle dans les sommes à valoir, nous arrivons à une réduction de 8,000,000 pour les dépenses à la charge de l'État, sur la partie du chemin de fer comprise entre Vitry-le-Français et Maxéville, près Nancy, et à une économie de 5,700,000 sur la section de Maxéville au col des Vosges.

Section entre le col des Vosges et Strasbourg.

On pourrait peut-être arriver aussi à réduire le chiffre des dépenses, en se mettant dans les conditions du nouveau système de locomotion, entre le col des Vosges et Strasbourg; mais, pour cette partie de la ligne principale, il y a des projets approuvés, des travaux adjugés et en cours d'exécution, et il serait difficile aujourd'hui de modifier les dispositions prises. Ce n'est donc ici que la question d'exploitation qui pourra guider pour le choix dans le système de locomotion.

Economies à faire sur la ligne principale.

Sans avoir égard à cette partie du chemin de fer de Paris à Strasbourg, la somme des économies, que nous avons indiquées ci-dessus, pour la ligne principale, s'élèverait déjà à 20,200,000 fr., savoir :

1° Sur la première section générale, de Paris à Vitry-le-Français, ci.	6,500,000 fr.
2° Sur la deuxième section générale de Vitry à Nancy.	8,000,000
5° Et de Nancy à Strasbourg.	5,700,000
Total égal.	20,200,000 fr.

Et qu'on observe que ce résultat est obtenu, en admettant l'exécution immédiate des terrassemens et des travaux d'art dans l'hypothèse de l'établis-

sement de deux voies, bien que, sur la partie de la ligne où l'on s'établirait sur l'un des chemins de halage du canal de la Marne au Rhin, entre Bar-le-Duc et la vallée de la Zorn, une seule voie dans le système atmosphérique satisferait toujours à tous les besoins du service.

Evaluation des Dépenses pour l'embranchement sur Reims.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que de la ligne principale, mais on arriverait à des économies semblables pour les embranchemens, et celui de Reims, notamment, se trouve dans les conditions les plus rationnelles pour l'application du système atmosphérique. Reims n'est éloigné d'Epernay, par la route de terre, que de vingt-six kilomètres, et les exigences du système à locomotives déterminent le tracé dont nous avons donné ci-dessus l'indication succinte, qui porte à cinquante-trois kilomètres la distance à parcourir entre ces deux villes par chemin de fer, c'est-à-dire au double de la distance actuelle. L'application du système atmosphérique donnerait la possibilité de gravir, sans grands détours, le faîte qui sépare la vallée de la Marne de la vallée de la Vesle, et tout en raccourcissant le développement du tracé projeté, on réduirait de beaucoup les dépenses. MM. les ingénieurs du gouvernement ont bien indiqué les tracés qui leur paraissaient les plus rationnels, mais ils n'ont pas fait d'avant-projet, et ce n'est que par induction que nous avons porté à 6,000,000 francs les dépenses de cet embranchement à la charge de l'État.

Certes, la conséquence de l'application du système atmosphérique serait de réduire cette dépense de moitié; car, nous le répétons, le développement de l'embranchement serait à peine de trente kilomètres, et l'évaluation à 100,000 francs par kilomètre des dépenses à la charge de l'État est toute rationnelle dans l'espèce.

Dépenses pour l'embranchement sur Metz, etc.

Si l'on considère maintenant l'embranchement de Saint-Julien à Metz et le prolongement jusqu'à Sarrebruck, on reconnaîtra d'abord que cette ligne, d'un développement de cent quarante kilomètres, sera utilisée beaucoup plus pour le transport des marchandises que pour le transport des voyageurs, mais que le mouvement des marchandises y sera très considérable. D'un autre côté, le terrain sur la ligne du tracé est tellement accidenté que les dépenses pour terrassemens et travaux d'art sont énormes. Il y a donc ici la double condition pour déterminer l'emploi du système atmosphérique.

N'admettant, pour ces deux sections partielles, que le prix de 30,000 fr. par kilomètre pour les terrassemens, et de 25,000 fr. pour les travaux d'art, nous n'arrivons qu'au chiffre de 5,200,000 fr., au lieu de 7,220,000 fr. pour ces dépenses sur l'embranchement de Saint-Julien à Metz, et au chiffre de 5,800,000 fr., au lieu de 10,800,000 fr. pour les mêmes dépenses sur le prolongement de Metz à Sarrebruck. Le chiffre des économies s'élève donc encore à 7,020,000 fr. pour les embranchemens et prolongemens précités.

Récapitulation des Économies.

Le chiffre total des économies s'élèverait ainsi à 30,220,000 fr., savoir :

1° Sur la ligne principale	20,200,000 fr.
2° Sur l'embranchement de Reims.	3,000,000
3° Sur celui de Metz.	2,020,000
4° Sur le prolongement de Metz à Sarrebruck. . .	5,000,000
Total égal.	30,220,000 fr.

Les 20,200,000 fr. économisés sur la ligne principale suffiraient donc largement, non seulement pour exécuter les embranchemens sur Reims et sur Metz, mais encore le prolongement de Metz sur Sarrebruck, si le gouvernement se décidait à compléter ainsi la ligne de l'Est, pour se relier au chemin de fer de Sarrebruck à Manheim.

Mais l'expérience sur une grande échelle du système de locomotion atmosphérique, combiné avec le système des voitures articulées de M. Arnoux, ne serait pas utile seulement pour le chemin de fer de Paris à Strasbourg; la conviction qu'on acquerrait aussi de la bonté de ces systèmes prouverait qu'on peut les employer sur d'autres lignes, non pas isolément, si l'on veut, mais au moins concurremment avec le système à locomotives, et comme système mixte. Cette combinaison suffirait déjà pour déterminer de grandes diminutions sur les dépenses mises à la charge de l'État, pour l'exécution du réseau des grandes lignes, prescrites par la loi de 1842, et même pour rendre possibles et profitables des lignes de chemins de fer secondaires qui, sans cela, ne l'auraient peut-être jamais été.

Par lignes secondaires, en effet, nous entendons, soit les chemins de fer en dehors du grand réseau, soit les embranchemens non classés qui ne profiteront pas du bénéfice de la loi de 1842, et pour l'exécution desquels on laisserait tout à faire à l'industrie privée. C'est donc pour ces lignes que la plus stricte économie est nécessaire, et, dans beaucoup de circonstances, les exigences du système à locomotives n'en permettraient pas l'exécution.

Les dépenses à la charge des départemens traversés seraient aussi réduites, elles-mêmes, par l'effet de la combinaison ci-dessus indiquée, car la zône de terrains à acquérir deviendrait moins importante, par suite des diminutions apportées dans la hauteur des remblais et la profondeur des tranchées, et dans les parties de territoire où l'État se servirait d'un des chemins de halage de nos voies navigables pour l'établissement de la voie de fer, ces indemnités seraient sans importance aucune.

Les avantages que l'État et les départemens intéressés peuvent retirer de l'expérience, sur une grande échelle, du système de locomotion atmosphérique, combiné avec le système des voitures articulées de M. Arnoux, ne peuvent donc pas être révoqués en doute, et ces avantages seront immédiats.

Situation des Compagnies.

Les Compagnies exploitantes pourront aussi trouver quelques avantages dans ces nouveaux systèmes de lomocotion, mais, pour elles ces avantages n'existeront que dans l'avenir. On sait que la loi de 1842 met à leur charge, savoir :

1° La fourniture et la pose de la voie de fer et accessoires y compris le ballast;

2° La fourniture de tout le matériel de transport, de chargement et de déchargement, nécessaire à l'exploitation;

3° Et l'établissement de clôtures convenables pour séparer le chemin de fer des propriétés riveraines ;

Ces dépenses qui, dans le système à locomotives, doivent s'élever, pour les grandes lignes, à 150,000 francs par kilomètre, s'élèveront, très probablement, à 160,000 dans le système atmosphérique, comme l'indique le tableau ci-annexé C, admettant, comme moyenne des dispositions à prendre dans le système atmosphérique, des tubes de propulsion de 40 centimètres de diamètre intérieur et deux machines à vapeur de la force ensemble de cent chevaux pour chacun des appareils pneumatiques, espacés de cinq en cinq kilomètres.

Ce n'est donc que dans les réductions sur les frais d'exploitation telles que nous les avons indiquées déjà, que les compagnies pourront trouver une compensation sur cette augmentation de dépenses.

Des calculs détaillés et basés sur des études sérieuses prouveront que, pour la ligne de Paris à Strasbourg, par la vallée de la Marne, comme pour l'embranchement sur Reims et l'embranchement sur Metz et Sarrebruck, les dépenses premières, les frais d'exploitation et les produits établiront, dans le système mixte de locomotion, une situation convenable pour la Compagnie financière. Des calculs semblables prouveront enfin que, dans ce système, il sera possible de satisfaire à un mouvement commercial considérable. Nous ferons de ces deux questions le texte d'un mémoire supplémentaire.

RÉSUMÉ.

Au résumé, nous pensons que la Compagnie des canaux de l'Ourcq et de Saint-Denis doit soumissionner l'exécution du chemin de fer de Paris à Meaux, dans le système atmosphérique, combiné avec le système de voitures articulées de M. Arnoux, et dans les conditions énoncées au présent mémoire, pour le cas où la ligne de Paris à Strasbourg aurait une autre direction que la Marne.

Elle devrait prendre l'engagement de n'exécuter d'abord le chemin de fer dans ces deux systèmes de locomotion et de matériel que sur une longueur de dix kilomètres, entre la barrière des Vertus et Bondy, en y réunissant toutes les conditions de pentes, de courbes à petits rayons, de passages à niveau, de gares de croisement et de passages d'un tube de propulsion dans un autre ; d'y faire des expériences pendant quelques mois, pour ne continuer, dans les mêmes systèmes, qu'avec l'approbation de l'administration supérieure, et de tout détruire au besoin, si le Gouvernement l'exigeait, pour rétablir le chemin déjà exécuté et le continuer ensuite dans le système ordinaire de locomotion.

Si le tracé, par la vallée de la Marne, était adopté définitivement par les Chambres, pour la ligne de Paris à Strasbourg, nous pensons que la Compagnie devrait donner une plus grande portée à sa soumission en l'étendant à la ligne entière, en offrant toujours de faire l'expérience entre Paris et Bondy,

et en proposant, soit d'y appliquer l'un ou l'autre système de locomotion, soit d'adopter un système mixte, c'est-à-dire de n'appliquer le système atmosphérique que dans certaines sections de la ligne pour surmonter des difficultés de terrains et éviter ainsi des dépenses considérables.

Il faudrait alors adopter les conditions de la loi de 1842, mais il devrait être bien entendu, évidemment, que, dans les parties où le système atmosphérique serait appliqué, il n'y aurait qu'un seul cours de propulsion, et, en conséquence, qu'une seule voie de fer, avec les gares de croisement nécessaires pour assurer le service, et que les rails posés sur des longrines n'auraient qu'un poids de quinze kilogrammes par mètre courant, les acquisitions de terrains, les terrassemens et les travaux d'art étant faits, toutefois, dans l'hypothèse de deux voies, pour réserver les besoins d'avenir.

Paris, le 25 avril 1844.

EMILE VUIGNER,

Ingénieur civil,

Inspecteur des Canaux de Paris
pour les Compagnies concessionnaires.

CHEMIN DE FER

DE

PARIS A STRASBOURG

PAR LA VALLÉE DE LA MARNE,

AVEC EMBRANCHEMENTS SUR REIMS ET SUR METZ

ET PROLONGEMENT DE METZ A SARREBRUCK.

Tableau récapitulatif des longueurs du tracé et des dépenses à la charge de l'État, conformément à la loi de 1842.

Tableau A.

CHEMIN DE FER DE PARIS A STRAS

AVEC EMBRANCHEMENTS SUR REIMS ET

Tableau récapitulatif des longueurs du tracé et des d

INDICATION DES DIVERSES SECTIONS.		LONGUEURS				
Générales.	Partielles.	partielles.	totales.	générales.	terrassem.	
Ligne principale de						
DE PARIS A VITRY-LE-FRANÇAIS.	de Paris au village d'Ussy près La Ferté-sous-Jouarre	61 681m	.....	.....	5 450 720	
	d'Ussy à la limite des départements de l'Aisne et de la Marne	48 722	.....	.....	2 158 835 1 786 242	
			206 700		1 705 270	
	de ladite limite à la ferme de Mont-Jalon	71 616	.....	.....	1 062 998	
	de ladite ferme à l'amont de Vitry-le-Français	24 681	.....	.....	467 687	
DE VITRY-LE-FRANÇAIS A MAXEVILLE PRÈS NANCY.	de Vitry-le-Français à Bar-le-Duc	43 667	.....	.....	516 232	
	de Bar-le-Duc à Saint-Julien	41 172	.....	.....	4 173 608	
			140 566	498 247	720 510	
	de Saint-Julien à l'écluse du Polygone	29 782	.....	.....	1 015 698	
	de l'écluse du Polygone au chemin creux de Maxeville	29 945	.....	.....	511 277 1 351 109	
	de Maxeville à Nancy, et de Nancy au col des Vosges	87 444	.....	.....	454 037 5 200 392	
(1) DE MAXEVILLE A NANCY, ET DE NANCY A STRASBOURG.	du col des Vosges à la limite du département du Bas-Rhin	12 045	.. 150 981 ..	.....	1 530 270 »	
	de ladite limite à la station de Strasbourg	51 492	.....	.....	»	
Embranchemer						
(2) DE CHERVILLE A REIMS.	de Cherville à Reims	39 275	39 275	.....	»	
DE SAINT-JULIEN A METZ.	de Saint-Julien à Dampvitou	28 313	.....	..101 458..	823 031	
	de Dampvitou à Arnaville	17 060	... 62 183 ..	.....	1 214 843 511 800	
	d'Arnaville à Metz	16 810	.....	.....	1 178 952 504 300	
	TOTAUX	.....	.....	599 705		
Prolongem						
DE METZ A SARREBRUCK.	de Metz à Sarrebruck par Faulquemont	78 700	78 700	78 700	5 042 342 2 361 000	
	TOTAUX GÉNÉRAUX	.....	.....	678 405		

LA VALLEE DE LA MARNE,

LONGEMENT DE METZ A SARREBRUCK.

charge de l'État, conformément à la loi de 1842.

INDICATION DES DÉPENSES.

n.	Stations.	Indemn. 1/3.	imprévues.	partielles.	totales.	générales.
ourg par Nancy, etc.						
43	**245 000**	**420 178**	**890 683**	**10 407 512**		
43	245 000	420 178	808 026	5 667 512		
36	**430 000**	**243 610**	**510 000**	**6 190 331**		
36	430 000	243 610	443 625	4 450 331		
48	**480 000**	**298 398**	**327 000**	**3 674 413**	**22 000 000**	
	»	»		3 674 413	15 500 000	
43	**235 000**	**467 687**	**135 664**	**1 727 744**		
		»	»	1 727 744		
80	**202 000**	**370 000**	**808 848**	**2 390 000**		
		»	»	2 390 000		
16	**115 000**	**160 000**	**1 405 087**	**7 400 000**		
16	115 000	160 000	543 391	2 290 000		
06	**105 000**	**250 000**	**212 608**	**1 933 000**	**16 180 000**	**60 640 000**
06	105 000	250 000	335 487	1 800 000	8 180 000	40 440 000
80	**116 000**	**220 000**	**1 659 278**	**4 457 000**		
80	116 000	220 000	359 308	1 700 000		
	655 000	**751 180**	**1 050 000**	**10 700 000**		
	655 000	751 180	751 890	5 000 000		
	»	»	»	**6 260 000**		
				6 260 000	**22 460 000**	
					16 760 000	
	»	»	»	**5 500 000**		
				5 500 000		
et sur Metz.						
	»	»	»	»	**6 000 000**	
					3 000 000	
40	**30 000**	**70 000**	**307 674**	**1 500 000**		
				1 500 000		**13 220 000**
						8 200 000
74	**132 897**	**51 180**	**55 235**	**1 920 000**		
74	132 897	51 180	28 149	1 200 000	**7 220 000**	**73 860 000**
31	**1 054 000**	**140 000**	**263 417**	**3 800 000**	5 200 000	48 640 000
31	1 054 000	140 000	327 569	2 500 000		
à Sarrebruck.						
70	**750 800**	**500 000**	**963 888**	**10 800 000**	**10 800 000**	**10 800 000**
70	750 000	500 000	799 230	5 800 000	5 800 000	5 800 000
						84 660 000
						54 440 000

OBSERVATIONS.

Les chiffres noirs indiquent les évaluations faites par MM. les ingénieurs du gouvernement, et consignées dans les projets présentés aux enquêtes.

Les chiffres rouges indiquent les évaluations, en admettant l'établissement du Chemin de fer dans le système atmosphérique sur tout ou partie de la ligne, à un seul tube de propulsion, les terrassements et les travaux d'art étant toujours exécutés pour deux voies.

(1) Les travaux des deux dernières sections de la ligne principale étant en cours d'exécution, on n'a porté qu'en bloc le chiffre des dépenses des projets approuvés.

(2) L'embranchement sur Reims a été étudié comme tracé, mais l'avant-projet n'a pas été dressé, et l'évaluation à 6,000,000 fr. n'a pu être faite que par induction pour un développement de 40 kilomètres, à raison de 150,000 fr. par kilomètre.

On admet que de Bar-le-Duc à Nancy et au col des Vosges, on profitera de l'une des berges du canal de la Marne au Rhin pour l'établissement de la voie de fer, de manière à mettre ainsi à profit un chemin de halage inutile d'un canal à l'exécution duquel on a déjà dépensé plus de 40 millions.

Les économies à faire sur la ligne principale s'élèveraient à..... 20,000,000 fr.
sur l'embranchement de Reims à.. 3,000,000
sur celui de Metz. 2,020,000
TOTAL .... 25,220,000 fr.

Et sur le prolongement de Metz à Sarrebruck 5,000,000
L'économie totale serait de . 30,220,000 fr.

Dressé pour être annexé à notre Mémoire de ce jour.

E. VUIGNER,
ingénieur civil.

Paris, 28 avril 1844

TABLEAU INDICATIF

DES

PRESSIONS ATMOSPHÉRIQUES

ET DES POIDS DES TRAINS CORRESPONDANS,

Calculés à divers degrés de vide, pour des rampes de 1 jusqu'à 20 millimètres.

Tableau B.

Tableau indicatif des Pressions atmosphériq

Calculés à divers degrés de vide, po

MESURES ANGLAISES.		MESURES FRANÇAISES.		PRESSIONS ATMOSPHÉRIQUES.		MAXIMUM DU TOUTE DÉDUCTION FAITE DES FR					
HAUTEURS du baromètre en pouces.	PRESSIONS atmosphériques par pouce en livres.	HAUTEURS du baromètre en centimètres.	PRESSIONS atmosphériques par centimètre en kilogrammes.	SUR UNE surface de 1256 centimèt. — diamètre du tube 0m40.,	DÉDUCTION faite du frottement du piston et des galets.	NIVEAU (0.004 .	1 MILLI. 0.005 .	2 MILLI. 0.006 .	3 MILLI. 0.007 .	4 MILLI. 0.008 .	5 MILLI. (0.009).
1	0.5	2.540	0.0352	44.13	28.73	7	6	5	»	»	»
2	1.0	5.080	0.0703	88.27	72.87	18	14	12	10	9	8
3	1.5	7.620	0.1055	132 40	117.00	29	23	19	17	15	13
4	2.0	10.160	0.1406	176.54	161.14	40	32	27	23	20	18
5	2.5	12.699	0.1758	220.68	205.28	51	41	34	29	26	23
6	3.0	15.239	0.2108	264.81	249.41	62	50	42	35 •	31	28
7	3.5	17.779	0.2460	308.95	293.55	73	59	49	42	37	33
8	4.0	20.319	0.2811	353.08	337.68	84	67	56	48	42	38
9	4.5	22.859	0.3163	397.22	381.82	95	76	63	54	48	42
10	5.0	25.399	0 3514	441.36	425.96	106	85	71	61	53	47
11	5.5	27.939	0.3866	485.49	470.09	117	94	78	67	59	52
12	6.0	30.479	0.4217	529.63	514.23	128	103	86	73	64	57
13	6.5	33.019	0.4569	573.76	558.36	139	112	93	80	70	62
14	7.0	35.559	0.4920	617.90	602.50	150	120	100	86	75	67
15	7 5	38.098	0.5272	662.03	646.63	161	129	108	92	81	72
16	8.0	40.638	0.5622	706.17	600.77	172	138	115	98	86	77
17	8.5	43.178	0.5974	750.31	734.91	183	147	122	105	92	82
18	9.0	45.718	0.6325	794.44	779 04	195	156	130	111	97	87
19	9.5	48.258	0.6677	838.58	823.18	206	165	137	117	103	91
20	10.0	50.799	0.7028	882.71	867.31	217	173	145	124	109	96
21	10.5	53.339	0.7380	926.85	911.45	228	182	154	130	115	101
22	11.0	55.879	0.7731	970.99	955.59	239	191	162	136	121	106
23	11.5	58.419	0.8083	1015.12	999 72	250	200	169	142	126	111
24	12.0	60.958	0.8434	1059 26	1043.86	261	209	176	149	132	116
25	12.5	63.498	0.8786	1103 39	1087 99	272	218	184	155	137	121

NOTA. Les frottemens propres des wagons sont évalués, d'après les données de M Pambourg, à 2k 690

L'effet de la résistance de l'air est évalué, pour un train de 12 à 15 wagons, et pour une vitesse de 60 kilomètres (15 lieues) à l'heure, à. . . . . 0.968 — 3.658

Et l'on a ajouté pour les obstacles imprévus. 0.342

La somme de toutes les résistances passives s'élève, donc, par tonne, à 4k 000

Poids des Trains correspondans

un jusqu'à vingt millimètres.

NS EXPRIMÉ EN TONNEAUX DE 1,000 KILOGRAMMES,

ÉSISTANCE DE L'AIR A UNE VITESSE MOYENNE DE 15 LIEUES (60 KILOMÈTRES) A L'HEURE,

our des rampes d'une déclivité de :

LI. 2).	9 MILLI. (0.013).	10 MILLI. (0.014).	11 MILLI. (0.015).	12 MILLI. (0.016).	13 MILLI. (0.017).	14 MILLI. (0.018).	15 MILLI. (0.019).	16 MILLI. (0.020).	17 MILLI. (0.021).	18 MILLI. (0.022).	19 MILLI. (0.023).	20 MILLI. (0.024).
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
6	6	5	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»
9	9	8	8	7	7	6	6	6	6	5	5	»
12	12	12	11	10	9	9	8	8	8	7	7	7
16	16	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9
19	19	18	17	16	15	14	13	12	12	11	11	10
22	22	21	20	18	17	16	15	14	14	13	13	12
26	26	24	23	21	20	19	18	17	16	15	15	14
29	29	27	25	24	3	21	20	19	18	17	16	16
33	33	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	18
36	36	34	31	29	28	26	25	23	22	21	20	20
39	39	37	34	32	30	29	27	26	24	23	22	21
42	42	40	37	35	33	31	29	28	27	25	24	23
46	46	43	40	38	35	33	32	30	29	27	26	25
50	50	46	43	40	38	36	34	32	31	29	28	27
53	53	49	46	43	41	38	36	34	33	31	30	29
57	57	52	49	46	43	41	39	37	35	33	32	31
60	60	56	52	49	46	43	41	39	37	35	34	32
63	63	59	55	51	48	46	43	41	39	37	36	34
67	67	62	58	54	51	48	46	43	41	39	38	36
71	71	65	61	57	54	51	48	46	43	41	40	38
74	74	68	64	60	56	53	50	48	45	43	42	40
77	77	71	67	62	59	56	53	50	48	45	43	42
80	80	75	70	65	61	58	55	52	50	47	45	44
84	84	78	73	68	64	60	57	54	52	49	47	46

Pour la gravité, il est ajouté un kilogramme par tonne et par chaque millimètre de rampe.

Les frottemens du piston et de ses galets sont estimés à 15 k. 40, à déduire du chiffre de la pression atmosphérique, conformément aux expériences faites par M. l'inspecteur divisionnaire Mallet.

Pour obtenir la charge des trains dans la condition d'un tuyau de 0m38, il suffit de réduire d'un dixième les résultats ci-dessus.

DRESSÉ POUR ÊTRE ANNEXÉ A NOTRE MÉMOIRE DE CE JOUR.

Paris, le 25 Avril 1844.

E. VUIGNER,
Ingénieur civil.

TABLEAU COMPARATIF

DES

DÉPENSES A LA CHARGE DES COMPAGNIES,

CONFORMÉMENT AUX BASES DE LA LOI DE 1842,

Dans le système à locomotives et dans le système de propulsion atmosphérique.

TABLEAU comparatif des dépenses à la charge des Compag

(C.) locomotives et dans le sys

Evaluation des Dépenses dans le système à Locomotives.

Nos D'ORDRE.	NATURE DES TRAVAUX, FOURNITURES ET FRAIS DIVERS.	DÉPENSES : CHEMIN DE FER D'ORLÉANS.			DÉPENSES POUR DE GRANDES		
		Partielles.	Totales.	Générales.	Partielles.	Totales.	Gé
1°	ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE ET ACCESSOIRES.						
	Savoir :						
	1° Balast ou fondation de la voie 2 m. » c. de sable, gravier ou cailloux.	f. 7.62			f. 7.00		
	2° 0 m. 10 c. de bois pour traverses	8.87			6.60		
	3° 60 kil. de fers pour rails.	23.52			21.00		
	4° 21 kil. 20 de fonte pour coussinets.	6.51			5.30		
	5° 1 kil. 20 de chevillettes.	0.76	52.62		0.70	46.00	
	6° 2.22 Coins	0.42			0.40		
	7° Transport des matériaux dans les chantiers. .	1.80			1.50		
	8° Id. des chantiers à pied-d'œuvre et pose.	2.00			2.00		
	9° Frais généraux pour primes dans les mines, etc.	1.12			1.50		
	Pour double voie.		105.24			92.00	
	10° Voies accessoires 3/40 en sus pour Orléans et 1/20 pour les grandes lignes		7.90	119.27		4.60	1(
	11° Changemens et croisemens de voies, etc., etc.		2.70			2.50	
	12° Plates-formes tournantes.		3.43			3.00	
2°	MATÉRIEL D'EXPLOITATION ET DÉPENDANCES.						
	Savoir :						
	1° Locomotives et tenders, 2 locomotives pour 5 kilomètres, sur le chemin de fer d'Orléans.	22.50					
	Et 3 locomotives pr 10 kil. sur les grandes lignes.		40.00		15.00	30.00	
	2° Voitures, Wagons, Trucks, etc.	17.50			15 00		
	3° Dépenses pour alimentation de machines. . .		1.68	45.91		1.50	
	4° Outillage des ateliers de réparations. . . .		1.86			1.50	
	5° Dépenses pour mobilier d'exploitation, mats de signaux, pose de guérites, etc.		2.37			2 00	
3°	DÉPENSES POUR CLOTURES, PLANTATIONS ET SEMIS			3.93			
4°	DÉPENSES DE CONSOLIDATION DE LA VOIE PENDANT LA PREMIÈRE ANNÉE DE L'EXPLOITATION . . .			3.00			
5°	DÉPENSES GÉNÉRALES D'ADMINISTRATION INTÉRIEURE ET EXTÉRIEURE, PERTES D'INTÉRÊT 1/20 ENVIRON DE LA DÉPENSE			7.89			
	Totaux par mètre courant . . .			180.00			1
	Et par kilomètre			180.000			15

;ment aux bases de la loi de 1842, dans le système à lsion atmosphérique.

Evaluation des Dépenses dans le système Atmosphérique.

NATURE DES TRAVAUX, FOURNITURES ET FRAIS DIVERS.	DÉPENSES Partielles.	Totales.	Générales.
ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE ET ACCESSOIRES.			
Savoir :	f.		
ıst ou fondation de la voie, 2 mètres cubes.	7.00		
. 15 c. de bois pour traverses et longrines, à 66 fr. le mètre cube	10.00		
til. de fer pour rails, à 350 fr. la tonne.	10.50		
lons de liaison des traverses, longrines et rails	3.00	34.00	
nsport des matériaux dans les chantiers de dépôt	1.00		
id. des chantiers de dépôt à pied-d'œuvre, dressage des rails et pose .	1.50		
is généraux pour primes dans les usines, etc.	1.00		
ies accessoires, à compter pour un dixième en sus, au lieu de un vingtième.		3.40	40.65
ıisemens de voies, à compter comme dans le système à locomotives. . . .		2.50	
tes-formes tournantes; il n'y en aura pas pour locomotives, et le système Arnoux permet de diminuer de moitié au moins le nombre nécessaire pour es voitures.		0.75	
APPAREIL ATMOSPHÉRIQUE ET DÉPENDANCES.			
Savoir :			
ı kil. de fonte pour le tuyau de propulsion, à 250 fr. la tonne.	40.00		
ıpapes longitudinale, d'entrée et de sortie, attache du tuyau et ajustage, ɔi-ston, composition et couche de suif.	20.00	67.00	
′au d'aspiration, 200 kil. pour 5 kilomètres et pour 1 mètre 0 kil. 04, ı 50 fr.	2.00		
égraphe électrique.	5.00		92.00
ıx machines de 100 chevaux pour 5 kilomètres, ou 100,000 fr. pour 5 kilomètres, soit par mètre.	20.00	25.00	
ır les bâtimens des machines, 25,000 fr. pour 5 kil., soit par mètre courant.	5.00		
MATÉRIEL D'EXPLOITATION ET ACCESSOIRES.			
Savoir :			
ıtures et wagons dans le système Arnoux, plus légères et plus économiques que dans le système ordinaire	12.00	13.00	
tillage des ateliers (bien moins considérable sans locomotives).	1.00		15.00
bilier d'exploitation, mâts de signaux, etc.		2.00	
RES, PLANTATIONS ET SEMIS.			3.00
ISES DE CONSOLIDATION DE LA VOIE PENDANT LA 1re ANNÉE DE L'EXPLOITon.			2.00
SES GÉNÉRALES D'ADMINISTRATION, PERSONNEL EXTÉRIEUR, PERTES TÉRÊT, etc.			7.35
Total par mètre courant.			160.00
Et par kilomètre.			160.000

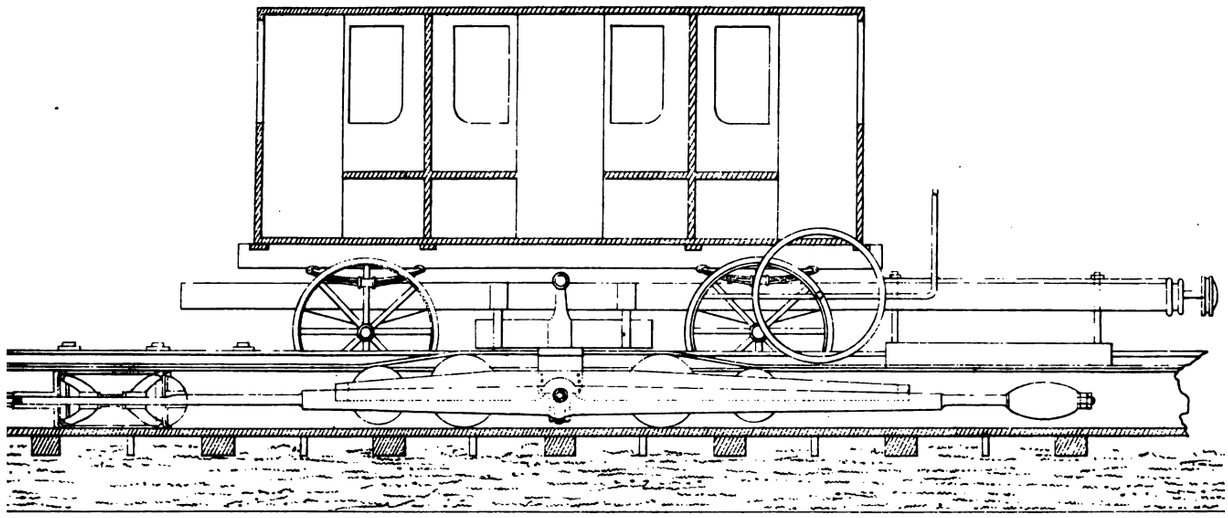
Dressé pour être annexé à notre mémoire de ce jour.

Paris, le 25 Avril 1844.

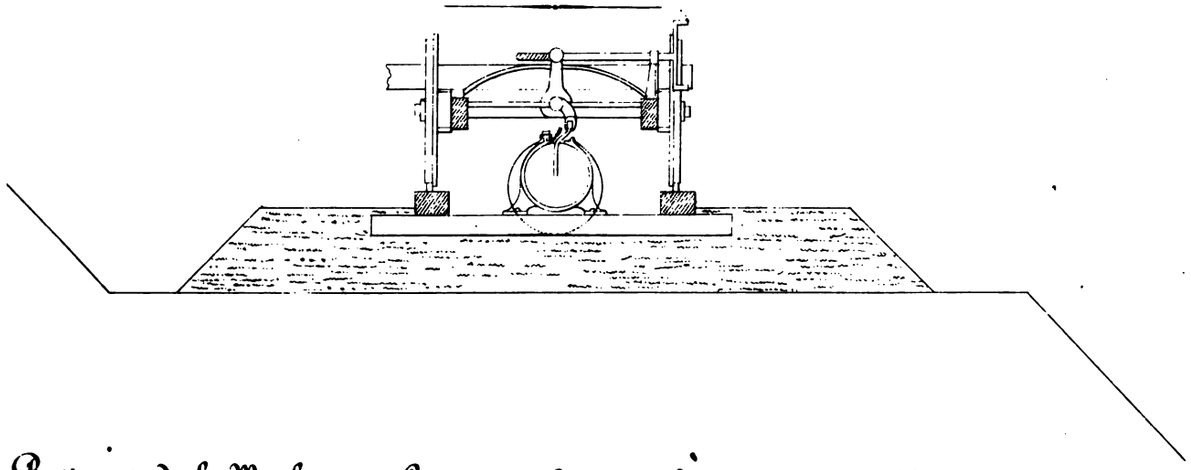
E. VUIGNER,

Ingénieur civil.

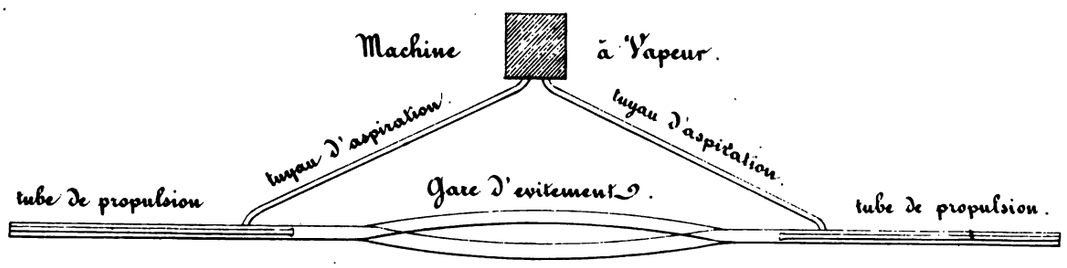
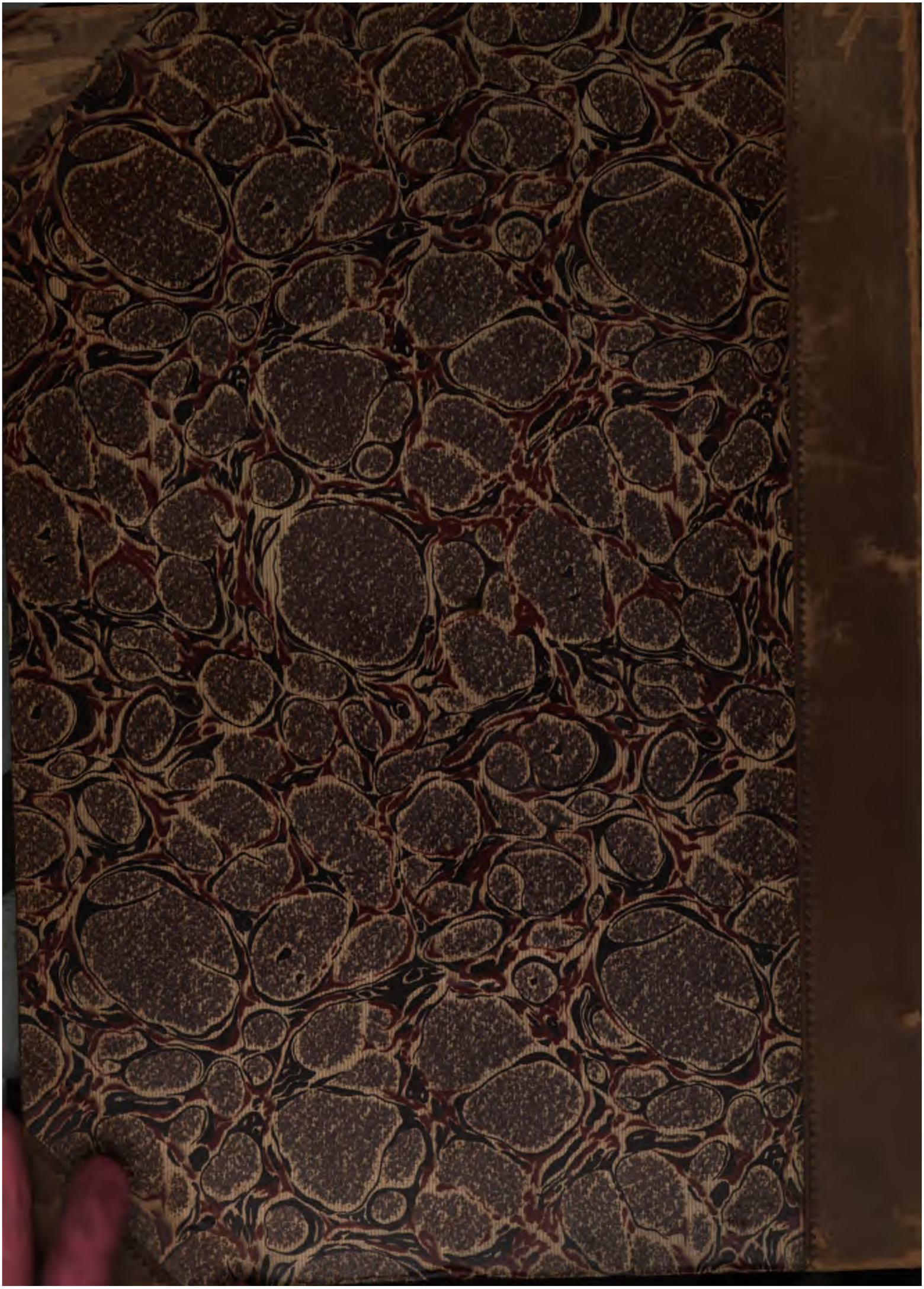
recteur, Tige d'Attache, Piston, Tube de propulsion et soupape longitudinale, dans le système Atmosphérique.



Coupe du Wagon directeur et de la Voie de fer.



Batiment de la Machine et Croisement de voies dans une gare d'évitement.



TF 692 .V98 f
Memoire relatif a l'etablissem
Stanford University Libraries
3 6105 041 654 729